

MARA FREIRE RODRIGUES DE SOUZA

**DEFINIÇÃO DO TAMANHO DA UNIDADE AMOSTRAL  
PARA MONITORAMENTO DE PLANOS DE MANEJO  
EM FLORESTA TROPICAL NO ESTADO  
DO MARANHÃO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador: Prof. Dr. Dartagnan Baggio Emerenciano

CURITIBA

1996

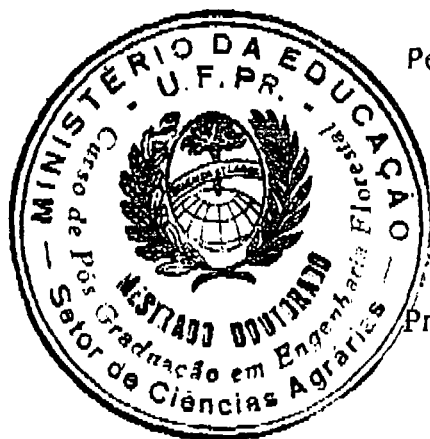
**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ**  
**SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**


**P A R E C E R**

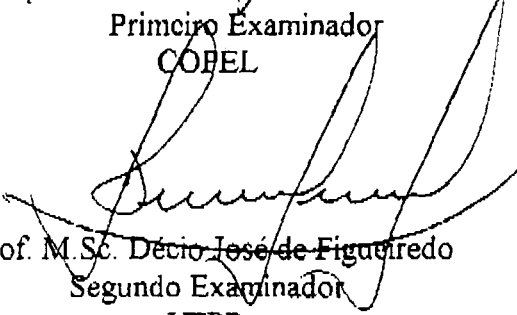
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pela candidata **MARA FREIRE RODRIGUES DE SOUZA**, sob o título "**DEFINIÇÃO DO TAMANHO DA UNIDADE AMOSTRAL PARA MONITORAMENTO DE PLANOS DE MANEJO EM FLORESTA TROPICAL NO ESTADO DO MARANHÃO**", para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais, no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Área de Concentração **MANEJO FLORESTAL**.

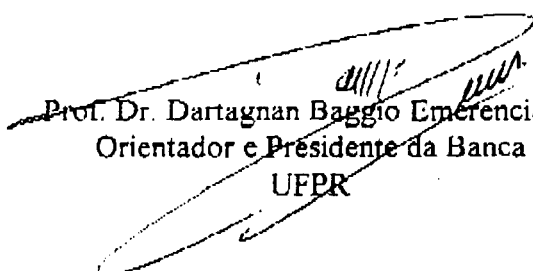
Após haver analisado o referido trabalho e arguido a candidata são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação, com média final: (8,57), correspondente ao conceito: ( **A** ).

Curitiba, 29 de fevereiro de 1996



  
Pesq. M.Sc. Luiz Benedito Xavier da Silva  
Primeiro Examinador  
COBEL

  
Prof. M.Sc. Décio José de Figueiredo  
Segundo Examinador  
UFPR

  
Prof. Dr. Dartagnan Baggio Emerenciano  
Orientador e Presidente da Banca  
UFPR

À meu pai, e minha mãe, exemplos de responsabilidade e dedicação profissional, que transmitiram a nós, seus filhos, a real importância do estudo e da abnegação das vontades, quando se deseja alcançar um objetivo maior. Que nunca olvidaram de seus postos, nem renunciaram às suas obrigações e deveres. A quem devo a realização deste e de outros tantos sonhos que ainda estão por vir. A eles, que deixaram de lado seus interesses e suas ambições, para nos apoiar e impulsionar a sermos o que somos hoje. A eles que abdicaram de seus desejos, para satisfazer as nossas necessidades e construir a educação e formação profissional que para mim culmina com a realização deste trabalho.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Ao orientador professor Dr. Dartagnan Baggio Emerenciano, pela oportunidade do mestrado.

Ao co-orientador prof. Msc. Nelson Carlos Rosot, pelas colaborações e contribuições na realização deste trabalho.

Ao co-orientador prof. Msc. Joésio Deoclécio Pierin Siqueira, que me introduziu na pesquisa em manejo florestal e sempre contribuiu com valiosas sugestões e com seu apoio, amizade e estímulo no decorrer de todo o curso de graduação e pós-graduação.

Em especial ao professor Dr. Anselmo Chaves Neto, pela grande ajuda na definição da metodologia de avaliação dos resultados estatísticos e por suas colaborações ao trabalho.

Ao amigo engenheiro florestal Msc. Jefferson Bueno Mendes, pela ajuda na elaboração do programa simulador e por sua colaboração e estímulo.

À Antônio Pinto Pereira, pelas sugestões quanto à metodologia a ser aplicada na coleta de dados e pelo treinamento para a equipe de campo.

À STC/P Engenharia de Projetos Ltda., pela cessão do computador, de sua biblioteca e aos funcionários Simone, Walfred, Delcimar, Zuleide e Silvana.

À acadêmica Ana Maria Mello Peixoto, pela ajuda no desenvolvimento do trabalho.

Ao amigo Milton Antônio Renani, pela paciência e disposição no auxílio à impressão deste trabalho.

A meu irmão, minhas irmãs, cunhados e sobrinhos, que me deram o apoio nas horas difíceis e o incentivo e carinho que precisei para seguir em frente e enfrentar os obstáculos.

À coordenação do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, pela possibilidade de realização do curso e do presente trabalho.

À Companhia Siderúrgica Vale do Pindaré, na pessoa de seu diretor José Maurício Bello Ellian, que teve a sensibilidade para perceber e apoiar financeiramente a realização de um trabalho científico que visa melhorar o uso das florestas tropicais no Brasil. Ao Rui Evangelista da Anunciação e ao Anísio José da Silva Júnior, pelos trabalhos desenvolvidos no apoio

logístico e contribuições na coleta de dados e ao técnico florestal Sérgio Luiz Duda, pela realização dos trabalhos de campo.

À Luiz Carlos Cardoso Vale, pela cessão das informações de Manejo Florestal.

A todos os professores, colegas e funcionários do curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>LISTA DE QUADROS .....</b>                       | <b>ix</b> |
| <b>LISTA DE FIGURAS .....</b>                       | <b>xi</b> |
| <b>1 <u>INTRODUÇÃO</u> .....</b>                    | <b>1</b>  |
| <b>1.1 JUSTIFICATIVA .....</b>                      | <b>3</b>  |
| <b>1.2 OBJETIVOS GERAL .....</b>                    | <b>8</b>  |
| <b>1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>              | <b>9</b>  |
| <b>2 <u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u> .....</b>         | <b>10</b> |
| <b>2.1 MÉTODOS DE AMOSTRAGEM .....</b>              | <b>10</b> |
| 2.1.1 TAMANHO DAS UNIDADES AMOSTRAIS .....          | 12        |
| 2.1.2 FORMA DA AMOSTRA .....                        | 19        |
| <b>2.2 PROCESSOS DE AMOSTRAGEM .....</b>            | <b>21</b> |
| 2.2.1 AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA .....                  | 22        |
| <b>2.3 SISTEMAS DE MANEJO PARA A AMAZÔNIA .....</b> | <b>25</b> |
| 2.3.1 SISTEMA DE REGENERAÇÃO NATURAL .....          | 25        |
| 2.3.2 SISTEMA DE PLANTIO COM COBERTURA .....        | 26        |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.3.3 SISTEMA AGRO-FLORESTAL ( TAUNGYA).....                 | 26        |
| 2.3.4 SISTEMA SILVO-PASTORIL OU SILVO-ZOOTÉCNICOS .....      | 26        |
| 2.3.5 SISTEMA DE USO MÚLTIPLO DA FLORESTA.....               | 27        |
| 2.3.6 MÉTODO FILIPINO DE CORTE SELETIVO ( MFCS).....         | 27        |
| 2.3.7 MÉTODO INDONÉSIO DE CORTE SELETIVO (MICS).....         | 27        |
| 2.3.8. MÉTODO DE QUEENSLAND .....                            | 28        |
| 2.3.9. SISTEMA SELEÇÃO DE ESPÉCIES LISTADAS (S.E.L.) .....   | 28        |
| 2.3.10 SISTEMA APLICADO NA ÁREA DE PESQUISA .....            | 29        |
| <b>2.4 MÉTODOS UTILIZADOS PARA AS COMPARAÇÕES DE FORMA E</b> |           |
| <b>TAMANHO.....</b>  | <b>29</b> |
| <b>2.5 SIMULAÇÃO.....</b>                                    | <b>31</b> |
| <b>3 <u>MATERIAL E MÉTODOS</u>.....</b>                      | <b>34</b> |
| <b>3.1 ÁREA DE ESTUDO .....</b>                              | <b>34</b> |
| 3.1.1 CLIMA .....  | 34        |
| 3.1.2 BALANÇO HÍDRICO .....                                  | 35        |
| 3.1.3 GEOLOGIA E MATERIAL ORIGINÁRIO.....                    | 38        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.1.4 MORFOLOGIA E RELEVO .....                    | 38        |
| 3.1.5 SOLOS .....                                  | 39        |
| 3.1.6 VEGETAÇÃO .....                              | 41        |
| <b>3.2 OBTENÇÃO DOS DADOS BÁSICOS.....</b>         | <b>46</b> |
| 3.2.1 DEFINIÇÃO DA ÁREA AMOSTRAL.....              | 46        |
| 3.2.2 REGISTRO DAS MEDIÇÕES .....                  | 49        |
| 3.2.2.1 Identificação das Espécies Florestais..... | 50        |
| 3.2.2.2 Variáveis Medidas:.....                    | 50        |
| 3.2.2.2.1 Circunferência a Altura do Peito .....   | 51        |
| 3.2.2.2.2 Altura comercial.....                    | 51        |
| 3.2.2.2.3 Altura total.....                        | 51        |
| 3.2.2.2.4 Diâmetro da copa .....                   | 52        |
| 3.2.2.2.5 - Forma da copa .....                    | 52        |
| 3.2.2.2.6 Posição da copa.....                     | 53        |
| 3.2.2.2.7 Competição entre copas.....              | 55        |
| 3.2.2.2.8 Qualidade do fuste.....                  | 56        |



|  |           |
|--|-----------|
| 3.2.2.2.9 Competição entre fustes .....  | 56        |
| 3.2.2.2.10 Estoque de crescimento .....  | 57        |
| <b>3.3 PROGRAMA DE MANEJO SUSTENTADO PARA PRODUÇÃO DE</b>                      |           |
| <b>CARVÃO VEGETAL NA ÁREA DE PESQUISA.....</b>                                 | <b>57</b> |
| 3.3.1 SISTEMA SILVICULTURAL EMPREENDIDO NA ÁREA DE ESTUDO.....                 | 57        |
| 3.3.2 TRANSPORTE.....  | 60        |
| 3.3.3 CARVOEJAMENTO.....   | 61        |
| <b>3.4 TAMANHO DE AMOSTRAS TESTADOS .....</b>                                  | <b>62</b> |
| <b>3.5 SIMULADOR AMOSTRAL .....</b>  | <b>62</b> |
| <b>3.6 MODELOS UTILIZADOS PARA ESTIMAR O CV EM FUNÇÃO DA ÁREA</b>              |           |
| <b>AMOSTRAL.....</b>   | <b>65</b> |
| <b>3.7 MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DA</b>                              |           |
| <b>UNIDADE AMOSTRAL IDEAL .....</b>  | <b>66</b> |
| 3.7.1 MÉTODO DA MÁXIMA CURVATURA.....  | 67        |
| 3.7.2 MÉTODO ESTATÍSTICO.....  | 67        |
| 3.7.2.1 Determinação do Ponto de Estabilização do Coeficiente de Variação..... | 67        |

|  |     |
|--|-----|
| <b>4 <u>RESULTADOS E DISCUSSÕES</u></b> .....  | 71  |
| <b>4.1 IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES FLORESTAIS</b> .....   | 71  |
| <b>4.2 VARIÁVEL ANALISADA</b> .....  | 71  |
| <b>4.3 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS</b> .....   | 72  |
| <b>4.4 RESULTADOS OBTIDOS ATRAVÉS DOS MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO<br/>DO TAMANHO DE UNIDADE AMOSTRAL IDEAL</b> ..... | 78  |
| 4.4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS ATRAVÉS DO MÉTODO DA<br>MÁXIMA CURVATURA.....                                       | 78  |
| 4.4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS ATRAVÉS DO PONTO DE<br>ESTABILIZAÇÃO DO CV.....                                     | 79  |
| <b>4.5 PLANO DE MANEJO ADOTADO</b> .....   | 82  |
| <b>5 <u>CONCLUSÕES</u></b> .....   | 88  |
| <b>6 <u>RECOMENDAÇÕES</u></b> .....  | 90  |
| <b>ANEXOS</b> .....  | 92  |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....  | 122 |

## LISTA DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| QUADRO 1 - BALANÇOS HÍDRICOS SEGUNDO THORNTHWAITE E MATHER,<br>BASEADOS EM DADOS TERMOPLUVIOMÉTRICOS..... | 37 |
| QUADRO 2 - FORMA DA COPA.....   | 52 |
| QUADRO 3 - CÓDIGOS DE POSIÇÃO DA COPA.....  | 53 |
| QUADRO 4 - CÓDIGO DE COMPETIÇÃO ENTRE COPAS .....   | 55 |
| QUADRO 5 - QUALIDADE DO FUSTE.....  | 56 |
| QUADRO 6- COMPETIÇÃO ENTRE FUSTES .....   | 56 |
| QUADRO 7 - CATEGORIAS DE TAMANHO DO ESTOQUE<br>DE CRESCIMENTO.....  | 57 |
| QUADRO 8 - MODELOS UTILIZADOS PARA A ESTIMATIVA DO CV EM<br>FUNÇÃO DO TAMANHO DA UNIDADE AMOSTRAL .....   | 66 |
| QUADRO 9 - EQUAÇÕES SELECIONADAS PARA CADA BLOCO.....   | 73 |
| QUADRO 10 - RESULTADO DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS REGRESSÕES<br>DAS EQUAÇÕES ESCOLHIDAS .....              | 73 |
| QUADRO 11 - PONTOS DE ESTABILIZAÇÃO DO CV .....   | 80 |

QUADRO 12 - RESULTADOS DE ÁREA BASAL (G) POR UNIDADE

AMOSTRAL DE 1.000 M<sup>2</sup> ..... 81

QUADRO 13 - CUSTOS DE MANEJO FLORESTAL NA ATIVIDADE DE

CARVOEJAMENTO, EM US\$ / MDC. .... 86

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 1 - MAPA COM A LOCALIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA.....  | 36 |
| FIGURA 2 - CURVA OMBRÓFILA DE GAUSSEN - ESTAÇÃO<br>IMPERATRIZ.....                             | 37 |
| FIGURA 3 - FORMAÇÃO GEOLÓGICA DO ESTADO DO MARANHÃO, COM<br>LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... | 43 |
| FIGURA 4 - MAPA DE SOLOS DO ESTADO DO MARANHÃO, COM<br>LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....      | 44 |
| FIGURA 5 - MAPA DE VEGETAÇÃO DO ESTADO DO MARANHÃO .....                                       | 45 |
| FIGURA 6 - DETALHE DA NUMERAÇÃO DAS ÁRVORES.....   | 46 |
| FIGURA 7 - DETALHE DA ESTACA DE DELIMITAÇÃO DO BLOCO .....                                     | 47 |
| FIGURA 8- ESQUEMA DE CAMINHAMENTO PARA MEDIÇÃO DAS<br>FAIXAS .....                             | 48 |
| FIGURA 9 - DELIMITAÇÃO DO BLOCO E MEDIÇÃO DO DIÂMETRO.....                                     | 49 |
| FIGURA 10 - DETALHE DA MEDIÇÃO DE UMA ÁRVORE COM<br>SAPOPEMA.....                              | 51 |
| FIGURA 11 - FORMA DA COPA.....   | 53 |

|   |    |
|---|----|
| FIGURA 12 - POSIÇÃO DA COPA .....   | 54 |
| FIGURA 13 - COMPETIÇÃO ENTRE COPAS .....  | 55 |
| FIGURA 14 - EMPILHAMENTO DA LENHA A BEIRA DA ESTRADA E<br>TRANSPORTE NO LOMBO DAS MULAS .....                         | 60 |
| FIGURA 15 - FORNOS DE TRANSFORMAÇÃO DE LENHA EM CARVÃO .....  | 61 |
| FIGURA 16 - ESQUEMA DO PROGRAMA SUA - SIMULADOR DE UNIDADES<br>AMOSTRAIS .....  | 63 |
| FIGURA 17 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DOS COEFICIENTES DE<br>VARIAÇÃO EM RELAÇÃO ÀS ÁREAS AMOSTRAIS -<br>BLOCO 1.....  | 75 |
| FIGURA 18 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DOS COEFICIENTES DE<br>VARIAÇÃO EM RELAÇÃO ÀS ÁREAS AMOSTRAIS -<br>BLOCO 2 ..... | 75 |
| FIGURA 19 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DOS COEFICIENTES DE<br>VARIAÇÃO EM RELAÇÃO ÀS ÁREAS AMOSTRAIS -<br>BLOCO 3 ..... | 76 |
| FIGURA 20 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DOS COEFICIENTES DE<br>VARIAÇÃO EM RELAÇÃO ÀS ÁREAS AMOSTRAIS -<br>BLOCO 4.....  | 76 |

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 21 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DOS COEFICIENTES DE<br>VARIAÇÃO EM RELAÇÃO ÀS ÁREAS AMOSTRAIS -<br>BLOCO 5..... | 77 |
|--|----|

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 22 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DOS COEFICIENTES DE<br>VARIAÇÃO EM RELAÇÃO ÀS ÁREAS AMOSTRAIS -<br>BLOCO 6..... | 77 |
|--|----|

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo a definição de um tamanho de unidade amostral que propicie o monitoramento adequado de Planos de Manejo em Florestas Tropicais, com vistas à produção de madeira para carvão vegetal e se realizou em áreas da Companhia Siderúrgica Vale do Pindaré, situada entre os municípios de Bom Jardim e Carutapera, no Estado do Maranhão. Foram utilizados 6 blocos de 5 ha onde foi realizada a enumeração completa de todas as árvores acima de 3 metros de altura e testados 30 diferentes tamanhos de unidades amostrais, iniciando-se em 250 m<sup>2</sup> até 4000 m<sup>2</sup>. A variável utilizada foi a área basal (G). Para tanto avaliou-se o comportamento do Coeficiente de Variação (CV) da área basal, em função do aumento da área amostral. As unidades amostrais dos diversos tamanhos foram obtidas com o uso do programa SUA \_ Simulador de Unidades Amostrais, desenvolvido especificamente para este fim. Testou-se 8 modelos de regressão, para estimar o C.V. em função da área amostral, com os quais foram elaborados os gráficos de tendência do C.V. observado e estimado. A partir destes gráficos encontrou-se o "Ponto de Máxima Curvatura", a partir do qual o C.V. tende a se estabilizar e um aumento da área amostral não implica em uma diminuição significativa do C.V.. Partindo-se do pressuposto de que o C.V. é função do desvio (s) pela média ( $\bar{x}$ ), desenvolveu-se um programa através do software MINITAB que aplica o teste F para as variâncias (desvio ao quadrado), e o teste *t* para as médias, encontrando para ambos os casos o valor-p da estatística, para o nível de 95% de probabilidade, no qual busca-se o ponto em que o valor-p seja superior a 5%. Com base nos resultados foi possível concluir que: a) A grande variabilidade nos níveis de intervenção (exploração florestal) em cada bloco impediu a possibilidade de obtenção de uma única função para estimar o CV% em função do tamanho da unidade amostral; b) os resultados obtidos do tamanho amostral ideal para cada bloco confirmam as informações bibliográficas de que há uma correlação direta entre o nível de intervenção e a área amostral necessária, para estimar com precisão aceitável, a área basal por unidade de área; c) os melhores tamanhos de unidades amostrais para esse tipo de manejo estão entre 400 e 1800 m<sup>2</sup>, sendo que o tamanho de 1800 m<sup>2</sup> pode ser utilizado para qualquer nível de intervenção.



## ABSTRACT

The objective of this work is to define the right size of a sample in order to allow the adequate observation of the Management in Tropical Forests aiming the timber production for charcoal. The researches took place in areas of Cia. Siderúrgica Vale do Pindaré, located between the municipalities of Bom Jardim and Carutapera - Maranhão State. Under this research six blocks in 5 ha were used and 30 different sample units were checked from 250 sqm up 4000sqm. It was evaluated the behavior of CV of the Basal Area, as a function of the increase of the sample area. The several size of the sample units were obtained with the SUA - Simulated Units Area specifically with this aim. Eight regression models were tested in order to estimate the CV as a function of the sample area. With these graphics, the region of Maximum Curvature was found. This is the region from which the CV tends to stabilize, it means that an increase in the sample area will not provoke a sharp reduction of the CV. Assuming that the CV is function of standard deviation ( $s$ ) by the average ( $x$ ), a program through the software MINITAB was developed. This program uses the F test for the variance ( $s^2$ ) and the  $t$  test for the averages, reaching in both cases the p-value of statistics with 95% of probability in which the p-value is higher than 5%. Based on the results obtained, it was possible to conclude that: a) the high variability in the interventions level ( forest exploration) in each block, did not allow the possibility of obtaining a single function to estimate the change in the CV as a function of the size of sample unit; b) the results obtained from the ideal sample size for each block confirm the literature informations that there is a direct correlation between the levels of the intervention and the sample size necessary to estimate, with the acceptable assurance, the Basal Area by area units; c) the better sizes of the sample units for this kind of management are within the range of 400 and 800 sqm. The sample size 1800 sqm can be utilized for any level of intervention.

## **1 INTRODUÇÃO**

As reservas mundiais de floresta tropical, ao final de 1980, eram de 1.986 bilhões de hectares, dos quais a América Latina contribuía com 56%, sendo 48% concentrado em território brasileiro. A cobertura florestal tropical, na mesma época, ocupava 14,8% da área da terra. O processo de desmatamento realizado no Brasil vem acarretando a perda de 1,18 milhões de hectares de cobertura florestal por ano, ocasionando enormes perdas econômicas e de diversidade biológica, mostrando a necessidade de uma formulação da Política Florestal Brasileira relacionada com o estabelecimento de um programa de ações governamentais que deve incluir a correlação das florestas tropicais no contexto da conservação dos recursos naturais, com o equilíbrio das bases produtivas e sustentáveis, e estabelecimento de novos mecanismos públicos que possam garantir a permanência de extensas áreas florestais e sua diversidade biológica, gerando deste modo benefícios econômicos e sociais, que garantam a sustentabilidade dos usos florestais (BRASIL, 1994).

O desenvolvimento da região Amazônica é necessário e prioritário à sua população, que sofre com a falta de infra-estrutura e expansão tecnológica. Entrementes, este desenvolvimento não pode ser obtido através da devastação e degradação ambiental daquele importante ecossistema detentor de grande biodiversidade.

A exploração dos recursos florestais deve basear-se nos princípios de rendimento sustentado. A sustentabilidade do sistema deve estar calcada na exploração dos recursos naturais renováveis visando obter rendimentos máximos e na possibilidade de legá-los às gerações futuras. É vital para a região amazônica que estes princípios sejam obedecidos, sob

pena de se perder inexoravelmente riquezas potenciais até o momento não conhecidas ou compreendidas pelo homem.

Entretanto, observa-se que os Planos de Manejo em Regime de Rendimento Sustentado, empreendidos em toda a região, carecem de informações técnicas a respeito da forma de implantação e desenvolvimento, da estrutura da floresta e do seu comportamento após a intervenção. Estes fatos comprometem a verossimilhança de tais planos de manejo, uma vez que estas informações são imprescindíveis para definir a sustentabilidade a longo prazo do sistema e, a sua ausência, pode causar danos irreparáveis nos ecossistemas objetos destes planos.

A Ordem de Serviço n.º 037/94, emanada pelo IBAMA - Superintendência do Estado do Maranhão, de 25/03/94, resolve que "as parcelas permanentes de Inventários Florestais Contínuos terão área de 1 ha, de formato quadrado de 100 x 100 e intensidade de pelo menos 1 para cada 200 ha manejados, não devendo ser materializados numa distância de 50 metros de vias de tráfego e aceiros."

Esta exigência por parte do IBAMA/Maranhão, desprovida de qualquer estudo técnico que a sustente, não pode prevalecer, sob pena de ocorrer enormes desperdícios financeiros e de tempo. As parcelas atualmente estabelecidas por meio desta imposição, via de regra são estabelecidas em áreas de fácil acesso, com uma infra-estrutura diversa da que se encontra na maioria das regiões florestais. Isto faz com que as informações por elas obtidas possam estar mascaradas e não ser representativas da realidade do que ocorre em campo. Tal portaria contraria ainda os exaustivos trabalhos científicos que definem como formato ideal para estudos em florestas tropicais as parcelas retangulares, por abrangerem em sua estrutura, uma maior diversidade de espécies se comparada a outros formatos.

Para garantir a sobrevivência e racionalização do uso daquela formação florestal é imprescindível que se motive a pesquisa visando otimizar a aplicação de Planos de Manejo com vistas a obter aproveitamento ordenado e permanente dos mesmos.

Os estudos relativos ao manejo florestal para aquela região, carecem de resultados referentes à eficiência dos diferentes tamanhos de unidades amostrais para monitorar Planos de Manejo Sustentado, em função da precisão e custos, apesar de existirem algumas pesquisas genéricas que indicam o melhor tamanho e forma de unidades amostrais para florestas tropicais.

A necessidade de se obter as informações supra mencionadas, bem como de contestar o tamanho da unidade amostral exigida pelo órgão responsável pela fiscalização e cumprimento das normas de caráter ambiental no país, motivou a elaboração desta dissertação, a qual foi realizada em áreas da Companhia Siderúrgica Vale do Pindaré, localizadas no Estado do Maranhão e que se encontram em regime de manejo florestal sustentado com o objetivo de produção de madeira para carvão vegetal.

## **1.1 JUSTIFICATIVA**

Para obter informações mais apuradas sobre o comportamento da floresta manejada esta dissertação tem como proposta a definição do tamanho das parcelas amostrais para monitoramento de Planos de Manejo sob Regime de Rendimento Sustentado com vistas à retirada de madeira para posterior utilização na produção de carvão vegetal.

Esta definição é de essencial importância, uma vez que o desenvolvimento do país está intimamente vinculado ao aumento de consumo energético e ao uso racional e controlado das

diversas fontes de energia, onde a biomassa vegetal assume papel de destaque, pois participa com mais de 26% no balanço energético nacional (BRASIL, 1995).

Neste contexto, o carvão vegetal apresenta inúmeras vantagens, se comparado às demais fontes de energia. Entre elas, a de provir de um recurso natural renovável, de fácil obtenção e que não necessita de mão-de-obra qualificada, além de participar ativamente na própria fixação dessa mão-de-obra no campo.

A região amazônica pode ter um papel preponderante no desenvolvimento do país, se considerado o enorme potencial energético que aquela região dispõe. De acordo com ABRACAVE (1993), 40% do ferro gusa brasileiro é produzido usando o carvão vegetal como termoreductor. Desta quantia, 61,1% são provenientes de florestas naturais e 38,9% de reflorestamentos. Além do setor siderúrgico, outros setores como o cimenteiro e o de cerâmica são mercados para o carvão vegetal.

O Estado do Maranhão originalmente apresentava uma cobertura florestal de 155.000 km<sup>2</sup>. Em 1978, segundo dados do FIBGE, a área desmatada era de 65.714 km<sup>2</sup>. Transcorridos 10 anos, este número chegou a 93.524 km<sup>2</sup> e, em 1990, atingiu o valor de 96.202 km<sup>2</sup>, o que fez com que o Estado galgasse o terceiro lugar em áreas desmatadas no Brasil. Atualmente, possui apenas 46.190 km<sup>2</sup>, apresentando a menor percentagem remanescente (29,8%), dentre os demais Estados pertencentes à Amazônia Legal (BRASIL, 1994).

Neste Estado existe o Programa Grande Carajás, o qual foi instituído em 1980 e envolve empreendimentos de infra-estrutura como a Ferrovia Serra dos Carajás-São Luiz, sistema portuário, obras de transporte e de aproveitamento energético, bem como outros que visam atividades de pesquisa mineral, atividades agro-industriais, florestamento e reflorestamento, e aproveitamento de fontes energéticas.

THIBAU (1986), informa que a região do Programa Grande Carajás, que abrange parte dos Estados do Pará e Maranhão, com uma área aproximada de 800.000 km<sup>2</sup>, era uma das mais alteradas pela ação do homem, sendo da ordem de 7% os desmatamentos à época de início de suas atividades.

Considerada a disponibilidade florestal daquela região, o mesmo autor cita que o potencial lenheiro da floresta clímax é elevadíssimo. Ele afirma a possibilidade de incrementos de 15 a 20 st/ha/ano na região Amazônica, sendo que em trabalhos anteriores foi encontrado 250 a 300 st/hectare com apenas 11 anos de regeneração naquele tipo de vegetação.

No Estado do Maranhão, até 1994, encontravam-se instaladas 4 usinas de ferro-gusa, 3 delas no município de Açailândia (Bacia do Gurupi). A capacidade instalada é de 163.000 t/ano. O carvão vegetal consumido pelas guseiras são provindos das matas nativas da Amazônia Oriental, sendo a matéria prima principal, em termos quantitativos, para aquelas indústrias. Uma tonelada de ferro-gusa consome em média 150 Kg de minério de ferro e 800 kg de carvão vegetal. É também o componente que entra com a maior parcela no custo total do ferro-gusa, equivalendo a 50-60% de seu custo total produzido.

Para fins de produção de carvão vegetal, de acordo com o Decreto 1.282/94, os consumidores devem apresentar ao Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), o Plano Integrado Florestal Industrial, comprovando 100% de abastecimento em florestas de produção auto-sustentada ou reflorestamentos. Esse abastecimento pode ser composto com um mínimo de 50% de produção florestal própria e os demais de áreas florestais de terceiros.

THIBAU (1986) faz considerações sobre as usinas siderúrgicas que possuíam projetos em análise junto ao Governo Federal, em número de 17 solicitações, as quais utilizariam

como termoreductor o carvão vegetal e afirma que a organização da produção de carvão vegetal na área do Programa Grande Carajás terá uma importância crescente à medida em que viabilize a própria exploração florestal em maciços que, ao contrário do que se supunha, não são tão ricos em madeira, mas extremamente produtivos em lenha. Esta viabilização só será possível se houver efetivamente consumo regional para a lenha ou para sua transformação em carvão vegetal, razão da necessidade de apoiar projetos consumidores de carvão vegetal.

O autor ao tratar da demanda e do balanço de florestas, informa que para o ano de 1984 foram consumidos 138 milhões de toneladas de lenha, ou 500 milhões de estéreos, provindos da produção de madeira de 2,5 milhões de hectares cada ano. Para esta produção, necessita-se de 30 a 40 milhões de hectares submetidos a manejo florestal em todo país. Desta forma, a área de 35 milhões de hectares prevista para permanecer como reserva florestal explorável na região do Programa Grande Carajás seria praticamente suficiente para atender a toda necessidade de lenha consumida no Brasil como energia primária. Como a lenha tem um raio limitado para o seu consumo, o potencial florestal da área do Programa Grande Carajás somente poderá ser utilizado no mercado da própria região.

Conclui dizendo que deve-se procurar o apoio institucional, ao programa de produção de lenha e carvão vegetal, sendo para isto necessário que as autoridades florestais dêem à exploração racional a mesma ênfase que têm dado às atividades preservacionistas, isto é, demonstrando que a exploração florestal sustentada, em intervalos mínimos de 10 anos, possibilita maior e melhor paisagem em áreas maiores que aquelas determinadas pelo art. 2 do Código Florestal (Preservação Permanente).

Finaliza, ressaltando a grande vantagem econômica, a distribuição de renda, a criação de empregos, a melhoria ambiental e paisagística, e frisando que deve-se diferenciar "desmatamento" e "exploração racional".

O artigo 15 do Código Florestal, Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965, estabelece a proibição da exploração sob forma empírica das florestas primitivas da Bacia Amazônica, concluindo que " só poderão ser utilizados estes recursos em observância a planos técnicos de condução e manejo a serem estabelecidos por ato do Poder Público, a ser baixado no prazo de um ano."

Transcorridos 29 anos da promulgação desta Lei, este artigo foi regulamentado pelo Decreto 1282, de 19 de outubro de 1994. Esta regulamentação foi fundamental para um maior controle e fiscalização dos Planos de Manejo Florestal. Os planos hoje existentes foram elaborados com base em resoluções e ordens de serviço emanadas pelo Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, as quais apresentam pouca eficiência jurídica e desconsideram os resultados das pesquisas desenvolvidas nas áreas de silvicultura e manejo florestal.

A técnica de Manejo Florestal Sustentado, " a administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos e sociais, respeitando-se os mecanismos de autosustentação do ecossistema objeto do manejo " (definição do § 2º do art. 1º do Decreto 1282/94), embora venha sendo propagado como a tábua de salvação da Amazônia, pouco se sabe sobre sua implementação. Apesar disto, até agora mais de 10 milhões de hectares ou 100 milhões de metros cúbicos de madeira foram explorados sem que esses princípios de rendimento sustentado sequer tenham sido levados em consideração. Desconhece-se, além disso, as informações das florestas remanescentes por este tipo de exploração.



As principais causas decorrentes dessa situação vinculam-se à capacidade institucional da fiscalização e monitoramento das atividades voltadas ao uso do recurso florestal na Amazônia.

A fiscalização e acompanhamento das atividades de apropriação do recurso florestal nessa região poderão ser simplificados a partir de uma metodologia de fácil aplicação, a qual contemple o monitoramento das áreas em regime de exploração através de unidades amostrais que efetivamente representem a situação florestal dessas áreas.

As pesquisas realizadas com vistas ao tamanho de unidade amostral em floresta nativa vinculam-se quase que exclusivamente para os trabalhos de inventário florestal.

Desse modo, a realização de uma pesquisa que possibilite a definição do tamanho da unidade amostral para acompanhamento de planos de manejo florestal na Amazônia poderá trazer uma contribuição significativa para a efetivação da fiscalização das atividades de exploração florestal naquele bioma.

## **1.2 OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral deste trabalho é o de estabelecer um tamanho eficiente de unidade amostral para propiciar o monitoramento adequado dos Planos de Manejo em Florestas Tropicais Úmidas, com vistas à produção de madeira para carvão vegetal, no Estado do Maranhão .

### **1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Os objetivos específicos são:

- a) Definição do tamanho de parcelas amostrais para avaliação do desenvolvimento das florestas submetidas ao Manejo Florestal;
- b) elaboração de um sistema de simulação para testar diversos tamanhos de amostras a partir da enumeração total de áreas florestais experimentais;
- c) análise do sistema de manejo utilizado na condução florestal para produção de carvão vegetal.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 MÉTODOS DE AMOSTRAGEM**

Diversos autores tem realizado trabalhos de pesquisa na definição de métodos de amostragem voltados à avaliação das florestas com o objetivo de obter informações confiáveis em áreas amostrais compatíveis com a variabilidade da população.

PÉLLICO NETTO (1980) trata dos métodos de amostragem como abordagens referentes a uma unidade amostral, sendo a seleção desta unidade amostral feita de acordo com um critério probabilístico previamente definido, o qual define o método de seleção. Descreve os quatro métodos de amostragem fundamentais : método de área fixa, Bitterlich, 3 P ou Grosenbaugh e Método das 6 Árvores, de Prodan, sendo os métodos mais amplamente empregados os métodos de área fixa e Bitterlich.

Segundo MALLEUX (1982) o método de Bitterlich, baseia-se em parcelas de dimensões variáveis, com diferentes tamanhos. Já as parcelas de dimensões fixas são as que ocupam áreas determinadas pelas formas de figuras geométricas regulares, que podem ser quadrados, retângulos, polígonos ou círculos.

AVERY; BURKHART (1994) afirmam que quando as unidades amostrais de área fixa são utilizadas, a probabilidade de selecionar árvores de um tamanho dado para medição depende da frequência com a qual uma árvore com aquele tamanho ocorre no povoamento, ou seja, o método de área fixa é um método de seleção amostral de árvores com probabilidade proporcional à frequência. Com a área amostral definida, pela unidade amostral, árvores individuais são computadas em termos de suas características a serem avaliadas, tais

como espécies, diâmetro a altura do peito (DAP), e altura. Então as áreas de amostragem registradas são extrapoladas para uma base por unidade de área aplicando um fator de extrapolação.

Estudos realizados pela FAO (1974), em florestas temperadas, mostraram que a amostragem com amostras de tamanho variável é geralmente mais eficiente. Não concluíram o mesmo nos trópicos, uma vez que para as condições tropicais apenas um estudo de eficiência não é suficiente para fazer a mesma inferência. Neste caso deve-se considerar também outros fatores como a confiabilidade da coleta de dados. A seleção das árvores que deverão ser medidas é mais difícil em abordagens usando o ponto de Bitterlich do que em amostras de parcelas fixas, e a vantagens de obter em cada elemento uma imagem representativa da floresta, não é obtida neste método amostral.

Um fator importante após a determinação do método de área fixa, é a definição do tamanho e forma que estas parcelas irão assumir.

SINGH (1974) informa que para estudar os efeitos que as dimensões e formas das unidades amostrais causam sobre a precisão das estimativas, realizou-se um reconhecimento piloto na Índia, o qual concluiu que nas florestas tropicais, tanto a dimensão como a forma exerciam influência importante sobre o coeficiente de variação, ao contrário do que ocorria em florestas de espécies decíduas adjacentes, onde as dimensões e formas das unidades amostrais produziam poucos efeitos sobre a precisão.

Segundo HUSCH; MILLER; BEERS (1982), estimativas não tendenciosas de volume de madeira e outros parâmetros podem ser obtidos de qualquer tamanho ou forma de amostra, embora a precisão e custo do inventário possam variar significativamente.

### 2.1.1 TAMANHO DAS UNIDADES AMOSTRAIS

MALLEUX (1982) afirma que as unidades de amostra possuem um tamanho determinado, os quais podem ser expressos de diversas formas, mas que geralmente nos inventários florestais são determinados em função da área. Desta forma, tem-se unidades de amostra do tamanho de um hectare, de um acre, entre outras.

Continuando, MALLEUX (1982) afirma que unidades de amostra pequenas incluem dentro delas sítios pequenos e muito específicos, de tal forma que a variabilidade incluída dentro de cada unidade de amostra é muito pequena, já que a maior fonte de variabilidade está entre as unidades de amostra, razão pela qual há uma grande diferença entre uma e outra pelas características específicas que os sítios representam. Unidades grandes, englobam sítios maiores, que representam vários sítios específicos e, portanto, alta variabilidade, o que significa que há alta variabilidade dentro das unidades de amostra e baixa variabilidade entre as unidades. De acordo com estes conceitos, as unidades pequenas são mais aptas para florestas homogêneas e as unidades grandes para florestas heterogêneas, pois com unidades grandes garante-se uma maior representatividade das espécies da floresta.

Ainda segundo MALLEUX (1982), as possibilidades anteriores tem fundamentos teóricos: na primeira, se considera que quanto maior sejam as unidades, dentro de cada uma delas vai existir maior variabilidade e, portanto, se reduz a variabilidade entre as unidades de amostra; e a segunda, considera que quanto menores sejam as unidades, se pode escolher maior número delas e, como consequência, o número de graus de liberdade é alto e se pode obter resultados com um baixo erro de amostragem. Os coeficientes de variação em populações de florestas tropicais, variam grandemente em função da unidade de amostra utilizada; em amostras de pequeno tamanho, a maior fonte de variação está entre as unidades de amostra e, em amostras de grande tamanho, a maior fonte de variação está contida dentro

das próprias unidades de amostra. A variabilidade da população está em relação estreita com o tipo de floresta; por exemplo, em florestas de zonas aluviais baixas, a variabilidade é alta, em zonas altas, bem drenadas esta variação é menor e em, condições específicas de sítio ou condicionantes edáficas, a variação é relativamente baixa .

Para o caso das florestas tropicais, além da variação própria das populações, verifica-se uma fonte de variabilidade adicional que é a variabilidade própria dos indivíduos ou espécies, dentro da população; quer dizer, a dispersão delas; a variabilidade de cada uma das espécies está normalmente em relação inversa com sua abundância.

HUSCH; MILLER; BEERS (1982) determinam que as unidades de amostra pequenas são freqüentemente mais eficientes que as grandes. Em florestas homogêneas, a precisão para uma dada intensidade de amostragem tende a ser maior para as unidades amostrais pequenas que para as grandes porque o número de unidades de amostra independentes é maior. Entretanto, o tamanho da unidade mais eficiente é também influenciado pela variabilidade da floresta. Quando unidades de amostra pequenas são tomadas em florestas heterogêneas, serão obtidos altos coeficientes de variação. Em tais casos unidades de amostra maiores são mais recomendadas.

SINGH (1974) cita que experimentos realizados na Indonésia, com parcelas retangulares de 20 metros de largura e comprimentos variáveis, revelaram que o coeficiente de variação diminui exponencialmente com o aumento da área das parcelas, tendendo a estabilizar-se em torno de 16%, quando a área era superior a 1.500 m<sup>2</sup>.

HEINSDIJK<sup>1</sup>, citado por HUSCH; MILLER; BEERS (1972), afirma que em florestas heterogêneas, como nas regiões tropicais, unidades de amostra pequenas podem resultar em um grande número de unidades amostrais sem árvores mensuráveis, e a aplicação da teoria da distribuição normal pode ser inapropriada .

MALLEUX (1982) afirma que o cálculo da precisão e do tamanho da amostra se faz com base na variabilidade da população, a nível de toda a área ou por estratos; porém, considerando certas exigências poderia calcular-se o tamanho da amostra em função da variabilidade a nível de espécies, o qual significaria trabalhar com amostras bastante grandes, já que a variabilidade das espécies é muito maior que a da população. Segundo ele, uma amostra é estatisticamente eficiente a medida que representa com fidelidade as características da população; isto pode significar que uma amostra pequena bem localizada ou distribuída pode ser mais eficiente que uma amostra de grande tamanho, mal distribuída. Esta afirmativa foi corroborada também por DAWKINS<sup>2</sup>; LANLY Y VANNIÈRE<sup>3</sup>; GREIG-SMITH<sup>4</sup>, citados por SINGH (1974).

Em condições de florestas tropicais, conforme MALLEUX (1982), costuma-se utilizar tamanhos de amostra grandes, de 1 até 2 ha. Este tamanho de amostra tem mostrado ser eficiente, tanto para o controle do volume total assim como o volume a nível de espécies, visto que as amostras tendem a abranger todas as condições do tipo florestal.

---

<sup>1</sup> HEINSDIJK, D. Zero sampling units in forest inventories. **Bol. Setor Invent. Flor.**, Seção Pesqu. Flor. Brasil, n.8. 1965.

<sup>2</sup> DAWKINS, H. C. Experimentes in low percentage enumerations of tropical high forest with special reference to Uganda. **Emp. For. Rev.**, London. v. 31. p. 131. 1952.

<sup>3</sup> LANLEY, J. P. ; VANNIÈRE, B. Précision d'un inventaire forestier en fonction de certaines de sus caractéristiques. **Revue Bois Forêts Trop.**, v. 125. p. 35. 1969.

<sup>4</sup> GREIG-SMITH, P. Quantitative plant ecology. **London Butterworths**. 1964.

Para MALLEUX (1982), a distribuição dos volumes ou números de árvores totais em cada população de florestas tropicais, se apresenta em forma mais ou menos regular para um determinado tipo de floresta, mas a distribuição de espécies é mais aleatória e irregular, motivo pelo qual o tratamento do tamanho da unidade de amostra deve contemplar ambas as variáveis, ou seja, representatividade volumétrica e representatividade florística.

Neste sentido, o mesmo autor afirma que as amostras pequenas, além da desvantagem de seu alto custo de medição, não oferecem confiabilidade suficiente sobre a representação florística da população, já que o reduzido espaço que ocupam, não permite captar com fidelidade as inter-relações e associações florísticas específicas. Nos trabalhos preliminares, tem-se observado que, amostras menores de 0,6 ou 0,7 ha vão perdendo informações e paulatinamente algumas espécies tendem a desaparecer ou desaparecem completamente da amostra. Isto logicamente traz como consequência uma perda valiosa de informações. Uma alternativa seria estabelecer uma frequência mínima das espécies, a partir da qual estariam contidas necessariamente na amostra.

SINGH (1974) conclui que a realização de um inventário a nível de espécies individuais em florestas tropicais provavelmente seria muito caro se comparado com um "de todas as espécies", sendo uma alternativa interessante verificar o que ocorre a nível de grupo de espécies, informando ainda que um efeito provável do agrupamento das espécies é uma diminuição do coeficiente de variação.

Conforme MALLEUX (1982), com uma amostra de tamanho maior se obtém um erro menor, ou seja, maior precisão; porém, os tamanhos de amostra tem um limite máximo a partir do qual as amostras perdem em eficiência; considerando uma população dada de tamanho fixo, a medida que a amostra aumenta em relação quadrática, o erro de amostragem



diminui somente em proporção aritmética; isto significa que ao reduzir à metade o erro de amostragem, se aumenta o tamanho da amostra em uma proporção de 4 vezes, o que também significa um aumento dos custos nesta mesma proporção. Portanto, a precisão da amostragem deve ser determinada com especial cuidado, de maneira que seja o estritamente necessária para o objetivo em que é planejado o inventário florestal.

HUSCH; MILLER; BEERS (1972) sugerem que a amostra deve ter um tamanho suficiente para incluir um número representativo de árvores.

SPURR (1952), recomenda que o tamanho da amostra deve ser grande o bastante para incluir ao menos 20 a 30 árvores mensuráveis e pequeno o suficiente para não requerer um tempo de medição excessivo. Considera que amostras grandes devem ser usadas para florestas que possuam árvores grandes ou pouco densas, enquanto amostras pequenas são necessárias para florestas densas ou cujas árvores tenham pequeno porte.

ZEIDE (1980), apresenta um procedimento para determinar o tamanho ótimo de amostras em amostragens sistemáticas de um estágio ou amostragem aleatória. Ele afirma que o tamanho ótimo é aquele que minimiza o tempo total requerido para locar e medir atendendo a precisão dada da variável desejada. Ele desenvolveu a seguinte fórmula para calcular o tamanho ótimo:

$$\text{tamanho ótimo} = P_1 \left( \frac{t}{m} \right)^2$$

onde:

$P_1$  tamanho da amostra usado na amostragem preliminar para avaliar tempo e variação;

$t$  tempo médio de viagem entre duas amostras vizinhas de tamanho  $P_1$  (a distância entre estas amostras poderia ser o número de amostras que proporcionam a precisão desejada;

$m$  tempo médio de mensuração da área para uma amostra de tamanho  $P_1$ .

ZEIDE (1980) conclui que o tamanho, o número de unidades de amostra e sua forma, são problemas de eficiência, pois cada um dos aspectos que conformam a amostra está intimamente ligado a eficiência das mesmas. Para ele a eficiência de uma amostra é determinada pela relação precisão-custo, e, geralmente, se mede com base em comparações entre amostras, sendo portanto, seus valores relativos.

JOHNSON ; HIXON (1952) comentam que o erro de amostragem será pequeno se a amostra for grande. Neste sentido, para que a eficiência máxima seja obtida, a amostra deve ter a melhor relação entre variação e tempo. Eles definem o tipo mais eficiente de amostra como aquele que apresentar o menor erro de amostragem para uma dada quantidade de trabalho.

Segundo a FAO (1974), para uma determinada intensidade de amostragem, quanto menores forem as parcelas de amostragem melhor será a precisão. Porém, é conveniente ter em cada unidade de amostra uma imagem claramente representativa da floresta, e isto só poderá ser conseguido se as parcelas tiverem tamanhos razoáveis: uma unidade de amostra de 0,01 ha em uma floresta tropical para a estimativa do volume de tamanho explorável, não seria útil para este fim. Por outro lado, o número total de árvores de bordadura na amostra total (soma de todas as amostras) é maior para uma amostra formada por um grande número de unidades de amostra pequenas, do que para uma equivalente (de mesma área) formada por um menor número de unidades amostrais de maior tamanho, todos com a mesma forma. Assim, a eleição de um tamanho para as unidades de amostra constitui um compromisso entre as necessidades contrapostas a precisão da amostragem e os aspectos práticos, tais como a representatividade das unidades de amostra e da confiabilidade dos dados básicos. Um tamanho de unidade de amostra igual a 0,4 ou 0,5 ha é considerado, geralmente, como solução adequada nos inventários de florestas tropicais .

SILVA (1977) cita que, quanto ao estudo de tamanhos das unidades de amostra retangulares, vários autores consideraram que a amplitude de 1% a 10% de hectare, ou seja, parcelas de 100 m<sup>2</sup> à 1.000 m<sup>2</sup>, cobrem seguramente o intervalo dentro do qual deveria se configurar um tamanho de unidade de amostra ideal, para estimativa volumétrica de uma floresta plantada.

Conforme TELLO (1980), em inúmeras pesquisas realizadas encontra-se a aplicação de diferentes tamanhos e formas de unidades de amostra, todas aplicadas de maneira apropriada com as características da população e em conformidade com os objetivos dos estudos. Ele testou as formas circulares, quadradas e retangulares com os tamanhos 200, 400, 600, 800 e 1000 m<sup>2</sup>, em uma floresta nativa de *Araucaria angustifolia*, concluindo que as unidades de amostra de 1000 m<sup>2</sup> e a forma circular apresentam a maior eficiência relativa em florestas com as mesmas características da população estudada, ou seja, topografia plana, boa acessibilidade e visibilidade.

SILVA (1980), em seu trabalho, pesquisou os tamanhos de 400, 500, 600, 700, 800, 900 e 1000 m<sup>2</sup>, nas formas quadradas, retangular e circular para população entre 15 à 45 cm de diâmetro e os tamanhos de 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2200, 2400 e 2500 m<sup>2</sup>, nas mesmas formas, para população composta por árvores iguais ou superiores a 45 cm de diâmetro e concluiu que as amostras quadradas apresentaram menor tempo total de medição, comparadas com outras formas de mesmo tamanho. Para a primeira população, concluiu que amostras quadradas de 900 m<sup>2</sup> são mais eficientes e que para a segunda população, amostras quadradas de 2500 m<sup>2</sup> são as mais eficientes.

SILVA (1977), utilizou o número de árvores como unidade básica para comparação das diferentes formas testadas nos diversos níveis de tamanhos de unidades de amostra testados. A amplitude se estendeu de 1% a 10% do hectare. As frações de área "quebradas", tais como

6,6% (1/15), 3,3% (1/30), 2,5% (1/40) e 1,4% (1/70) se justificam devido serem as que melhor permitiriam uma proximidade de igual número de árvores, para as diferentes formas testadas, numa mesma classe de tamanho de unidade de amostra, para os diversos processos de amostragem.

### 2.1.2 FORMA DA AMOSTRA

Conforme MALLEUX (1982), a decisão de qual é a forma que devem ter as unidades de amostra, se dá a critério geralmente, do investigador, o qual escolhe principalmente com base em sua experiência e costume, e também ao grau de preparação do pessoal e da equipe e instrumentos que possui. Neste sentido, KULOW (1966) afirma que a combinação da forma, tamanho e distribuição da unidade amostral geralmente é baseada mais na preferência do florestal que na precisão de um método particular. Porém, alguns investigadores como JOHNSON; HIXON (1952), consideram que a forma das amostras incide fortemente na precisão dos inventários e, portanto, devem ser estudadas e aplicadas. Eles estudaram vários tamanhos e formas de amostra com fins de se determinar o tamanho e a forma mais eficiente para se estimar a madeira de Douglas-Fir. Concluíram que, em geral, amostras retangulares são mais eficientes que amostras circulares, e amostras entre 1/5 acre (0,08 ha) e 1/3 de acre (0,135 ha) são mais eficientes que amostras maiores ou menores que este intervalo.

KULOW (1966) alega que a forma da amostra não afeta o tamanho do erro amostral. A preferência de uma forma sobre outra é uma questão de eficiência, por exemplo: amostras circulares são mais fáceis de estabelecer que amostras angulares uma vez que tem menor perímetro, para uma área dada, com a vantagem de que uma só medida - o raio - pode ser usado para definir o perímetro.

Neste sentido FAO (1974) também apresenta como principais vantagens das parcelas circulares sobre as demais o fato de o círculo apresentar um menor número de árvores na bordadura, de seleção duvidosa e ter uma representação isotrópica (quer dizer, sem direções privilegiadas) da floresta ao redor do centro. Afirma que seu uso se estende cada vez mais nas zonas temperadas, ainda que, por razões práticas, a forma das parcelas é, na realidade, elíptica sempre que o terreno é inclinado. Porém, as difíceis condições ambientais e a necessidade de parcelas grandes de amostra dificulta o uso da unidade de amostra circular em florestas tropicais. Nestas florestas, pode ser mais adequado a forma quadrada ou retangular das unidades de amostra. Geralmente podem ser faixas de uma largura dada (de 10 a 25 metros) ao longo das linhas paralelas de penetração e percorrendo toda a área objeto do inventário ou apenas uma parte ou ainda um estrato dela. A largura não pode exceder a 30 metros - quer dizer 30 de cada lado da linha de penetração - a fim de ter um bom controle das operações de registro, e a dita largura pode medir-se bem horizontalmente ou bem próxima ao terreno; no primeiro caso não é necessária correção alguma para o cálculo da área da faixa, mas a tomada dos dados é mais longa e talvez menos correta o registro das árvores duvidosas de bordadura; o segundo método pode ser mais correto, mas implica na medição das declividades transversais e mais cálculos. As unidades de amostra podem ser também ora parcelas retangulares, ora linhas de parcelas retangulares, sendo no segundo caso unidades de registro e não unidades de amostra. As parcelas não podem ser utilizadas como unidades de amostra se a distância entre as parcelas consecutivas é tal que não proporcione suficiente segurança de independência estatística com respeito ao parâmetro objeto de estimativas.

Ainda nesta mesma publicação da FAO (1974), encontra-se os resultados de um estudo realizado em Camarões onde se concluiu que quanto mais comprida uma parcela retangular de amostra de um determinado tamanho, maior é a precisão, ainda que o efeito sobre a dita

precisão da forma das unidades de amostra é menos importante e significativo que o efeito de seu tamanho. Porém, a consequência anterior não se aplica para faixas muito compridas (áreas superiores a 5 ha) e se encontrou que faixas muito largas (100 ou mais metros de largura) forneceram melhor precisão. Naturalmente, o uso de parcelas muito largas não é possível, do ponto de vista prático, em inventários de florestas tropicais .

OSBORNE<sup>5</sup>, citado por SPURR (1952) considera que amostras retangulares devem, ao menos teoricamente, ser mais eficiente sempre que o eixo mais comprido da unidade amostral estiver, no ângulo certo da direção das condições florestais, ou seja, a topografia. Nestes casos, as unidades amostrais com maiores dimensões (largura ou comprimento) propiciam uma redução no erro amostral.

## 2.2 PROCESSOS DE AMOSTRAGEM

Os processos de amostragem são fundamentais para a obtenção das informações sobre a população.

Conforme PÉLLICO NETTO; BRENA (1993), entende-se por processo de amostragem a abordagem da população como um todo. O processo está estritamente vinculado com a forma estrutural ou esquema amostral lançado sobre a população a ser amostrada.

---

<sup>5</sup> OSBORNE, J. G.. Volume sampling procedure. **Techniques Conf. U.S. Forest Surv. Forest Surv.**, 1946.12 p.

HUSCH; MILLER; BEERS (1982) afirmam que a amostragem inteiramente aleatória é um processo fundamental e que todas as outras amostragens são modificações deste processo introduzidas para propiciar maior economia e precisão.

### 2.2.1 AMOSTRAGEM SISTEMÁTICA

SPURR (1952) comenta que o primeiro autor a fazer um teste exaustivo sobre Amostragem Sistemática nos Estados Unidos foi HASEL<sup>6</sup>, que usou a enumeração completa de árvores em uma área de 5.760 acres de *Pinus ponderosa*, na Floresta Experimental de Black Mountain. Ele comparou os resultados de unidades de amostra aleatoriamente distribuídas e de outras distribuídas sistematicamente e concluiu que as amostras sistemáticas propiciavam uma estimativa mais acurada do volume que as aleatórias.

Para PÉLLICO NETTO (1980), este processo consiste no sorteio da primeira amostra e determinação da marcação das demais através de uma sistematização. Esta sistematização se faz pela definição de intervalos fixos.

Segundo COCHRAN (1977), neste processo as  $N$  unidades da população são numeradas de 1 a  $N$ . Para selecionar as  $n$  unidades, toma-se uma unidade aleatoriamente da primeira  $k$ -unidade e as seguintes serão determinadas de acordo com o  $k$  selecionado. A seleção da primeira unidade determina toda a amostragem. As vantagens deste processo amostral é sua facilidade de sorteio da amostragem e também de executá-la sem erros; intuitivamente, a amostragem sistemática parece ser mais precisa que amostragem inteiramente aleatória. Com efeito, ela estratifica a população em  $n$  estratos, os quais consistem da primeira  $k$  unidade, da segunda  $k$  unidade, e assim por diante. Pode-se esperar que a amostragem sistemática seja tão precisa quanto a amostragem aleatória estratificada correspondente com uma unidade por estrato. A diferença é que com a amostragem sistemática as unidades ocorrem na mesma posição relativa no estrato e com a amostragem aleatória estratificada o estrato é determinado, separadamente por aleatorização, dentro de

---

<sup>6</sup> HASEL, A. A. Sampling error in timber surveys. *Journ. Agr. Res.*, n. 52, p. 713-736, 1938.

cada estrato. A amostragem sistemática abrange mais uniformemente a população, e este fato pode dar à amostragem sistemática uma considerável precisão em relação à amostragem aleatória estratificada.

PÉLLICO NETTO (1980) informa que neste processo as unidades amostrais são estruturalmente mais facilmente localizadas na população, porém, havendo tendência de agrupamentos na distribuição espacial dos indivíduos na população, pode resultar em estimativas errôneas dos erros de amostragem e na super ou subestimação da variável de interesse.

Na avaliação de florestas tropicais, nas quais geralmente se trabalha em grandes áreas, MALLEUX (1982) afirma que a localização da amostra é de enorme importância já que não é possível amostrar toda a extensão da floresta devido ao seu tamanho e difícil acesso; neste sentido, uma distribuição de amostras totalmente aleatória e irrestrita não favorece uma conveniente distribuição de amostras e, é a distribuição sistemática a que garante uma distribuição mais eficiente.

FREESE (1962), acrescenta que a facilidade de locação das unidades de amostra no campo torna este método geralmente mais barato que os demais.

AVERY; BURKHART (1994) informam que neste sistema, a unidade inicial é selecionada aleatoriamente ou arbitrariamente estabelecida sobre a área florestal, depois, as unidades amostrais são mecanicamente selecionadas em intervalos uniformes através de toda extensão do terreno. Por exemplo, se uma amostragem de 5% é desejada, toda a vigésima unidade amostral será selecionada.

Eles ainda afirmam que a amostragem sistemática é comumente utilizada porque as unidades amostrais são facilmente localizadas no campo e por aparentar ser mais



"representativa", uma vez que as unidades amostrais são uniformemente espaçadas sobre toda a população, porém que apesar deste argumento poder ser verdadeiro, o inconveniente é que é geralmente difícil, se não impossível, se estimar a variância ou o erro padrão através de uma amostragem sistemática.

Neste sentido, PÉLLICO NETTO; BRENA (1993) alertam para o problema deste processo não dar a todas as amostras a mesma probabilidade de serem sorteadas, razão pela qual não se pode afiançar a validade da precisão calculada.

Para estimar o erro amostral HASEL<sup>7</sup>, citado por SPURR (1952), recomenda um sistema de subamostragem pelo qual toda a área é cruzada sistematicamente. A área amostrada de cada unidade amostral é tratada como se fosse um bloco separado, e a variância de uma seleção nestes blocos é obtida por amostragem aleatória secundária.

AVERY; BURKHART (1994) argumentam que a amostragem sistemática é geralmente satisfatória para estimar médias em condições florestais típicas e quando a rigorosidade da precisão definida não precisa necessariamente ser atendida para as estimativas do inventário. Neste caso, esta amostragem pode prover mais informações para o tempo (ou dinheiro) despendidos que a amostragem aleatória simples.

HIGUCHI (1986) utilizou-se da variável área basal (G), numa população onde foi realizada a enumeração completa de todas as árvores com DAP  $\geq 25$  cm, para comparar os dois sistemas e concluiu que o menor erro padrão estimado foi obtido através da amostragem sistemática.

---

<sup>7</sup> HASEL, A. A. Sampling error in timber surveys. *Journ. Agr. Res.* n. 52, p. 713-736, 1938.

## 2.3 SISTEMAS DE MANEJO PARA A AMAZÔNIA

De acordo com HIGUCHI (1992), o Manejo Florestal Sustentado é confundido como Silvicultura Tropical, porque praticamente não há como manejar de forma sustentada uma área sem a aplicação dos clássicos sistemas silviculturais adaptados aos países tropicais. Seguindo esta premissa SIQUEIRA; SOUZA (1990) e LAMPRECHT (1990) apresentam os principais sistemas silviculturais para fins de manejo florestal:

### 2.3.1 SISTEMA DE REGENERAÇÃO NATURAL

Trata-se do manejo da floresta através da regeneração natural, por meio de uma intervenção relativamente forte na floresta natural que proporcione luz e espaço em quantidade suficiente para provocar o crescimento acelerado da massa remanescente. Neste caso, é necessário a existência de regeneração das espécies desejáveis em quantidade e qualidade suficiente, que as mesmas apresentem condições de ocupar satisfatoriamente a área e superar as competições apresentadas pelas espécies indesejáveis, que o incremento das espécies desejáveis seja suficientemente elevado para acumular, no final da rotação, um volume de madeira equivalente ou maior que a quantidade de madeira explorada comercialmente numa mesma idade, promovendo a sustentação da produção. Este sistema apresenta diversas modalidades, tais como o Sistema de Corte Raso e Queima da Área, Sistema de Árvores Matrizes ou Porta Sementes, Sistema de Corte em Faixa, Sistema de Semeadura Artificial.

### 2.3.2 SISTEMA DE PLANTIO COM COBERTURA

Baseia-se na existência de espécies que, na fase juvenil, apresentam um crescimento em condições ligeiramente sombreadas. A quantidade de sombra ideal situa-se entre 10 a 50% para a maioria das espécies. Para diminuir o sombreamento efetua-se a liberação de luz, eliminando-se as árvores com copa densa situada no dossel superior através da aplicação de herbicidas em mistura com óleo diesel, na base das árvores devidamente aneladas. Este processo deve ser iniciado entre 1 a 2 anos antes do início do plantio, evitando-se porém transcorrer um período muito longo entre as duas atividades para evitar a invasão de sub-bosque. Antes do plantio abrem-se faixas, roçando a vegetação numa largura entre 1,5 a 3,0 metros e orientadas no sentido E-W para aumentar a eficiência da luminosidade. Após o plantio efetuam-se os tratos culturais, roçando-se as faixas de plantio, e retirando-se os cipós.

### 2.3.3 SISTEMA AGRO-FLORESTAL ( TAUNGYA)

Este sistema consiste no plantio de espécies florestais de valor comercial simultaneamente ao cultivo agrícola, para aumentar e valorizar a regeneração natural da área a ser abandonada com a agricultura nômade. Outra modalidade deste sistema é a associação permanente entre cultivos agrícolas e florestais.

### 2.3.4 SISTEMA SILVO-PASTORIL OU SILVO-ZOOTÉCNICOS

As áreas reflorestadas são utilizadas simultaneamente com a zootecnia, sendo a mais comum a introdução de pastagens para a criação de coelhos, veados, capivara e outros animais de hábito terrestre.

### 2.3.5 SISTEMA DE USO MÚLTIPLO DA FLORESTA

É um sistema que explora todas as possibilidades que a Floresta oferece, devendo abranger a produção diversificada de madeira e produtos secundários, produção de frutos, sementes, óleos, goma, látex, resina, essências, produção de plantas medicinais, produção de mudas e sementes geneticamente melhoradas, inclusão de zootecnia e agricultura, recreação, lazer, caça e pesca, produção científica e tecnológica, conservação, preservação e recuperação do ecossistema e promoção social do homem no campo.

### 2.3.6 MÉTODO FILIPINO DE CORTE SELETIVO (MFCS)

O propósito fundamental do método é manejar a exploração da floresta virgem de forma que os povoamentos residuais - incluindo as regenerações que advirem e as em pleno crescimento continuem a possibilitar uma produção sustentada sensivelmente ao nível da primeira exploração, dentro de um ciclo de corte de 30 a 40 anos e pressupondo tratamentos culturais adequados. Na primeira intervenção deve-se derrubar 30% das árvores com DAP entre 15 e 65 cm e 60% da classe acima de 65 cm de DAP.

### 2.3.7 MÉTODO INDONÉSIO DE CORTE SELETIVO (MICS)

Este sistema é uma variante mais simplificada do sistema Filipino. Neste sistema, é obrigatório a conservação de 25 árvores promissoras, pertencentes a espécies comerciais com DAP superior a 20 cm por hectare. Todo o material superior a 50 cm pode ser explorado. O ciclo de corte é de 35 anos.

### 2.3.8 MÉTODO DE QUEENSLAND

Consiste no corte de cipós e do sub-bosque indesejável, marcação das árvores maduras para abate segundo diâmetro mínimos de corte, exploração das árvores assinaladas e em seguida novamente remoção do sub-bosque indesejável, favorecimento das espécies desejáveis, através do corte das concorrentes prejudiciais, preparo do solo debaixo de árvores porta-sementes onde a regeneração é escassa, e plantio de enriquecimento onde ela faltar totalmente. Após 3 a 6 anos realização de um abate de melhoramento. O ciclo de corte é de 15 a 20 anos.

### 2.3.9 SISTEMA SELEÇÃO DE ESPÉCIES LISTADAS (S.E.L.)

HIGUCHI *et al.* (1991) apresenta uma proposta para manejo de florestas de produção que tem por princípio a produção sustentável de madeira e outros produtos da floresta. O primeiro passo é a definição do grupo de espécies listadas, ou seja, uma lista das espécies que serão aproveitadas. Depois, procede-se o inventário florestal comercial, levantando-se o potencial quantitativo da floresta a ser manejada. O terceiro passo é o levantamento da regeneração natural, através de um inventário diagnóstico e da análise estrutural. O passo seguinte é a execução do plano de exploração florestal e a preparação do primeiro compartimento a ser explorado e manejado, com corte dos cipós e anelamento das varas e arvoretas indesejáveis e marcação das árvores que serão derrubadas. Por fim, a exploração florestal, corte e arraste e o monitoramento, no qual deverá ser avaliado o plano de manejo permitindo correções.

### 2.3.10 SISTEMA APLICADO NA ÁREA DE PESQUISA

O sistema empregado na área de pesquisa, embora se assemelhe a alguns dos sistemas anteriormente citados, não pode ser enquadrado em nenhum deles. O motivo principal deste fato é que a grande maioria dos sistemas silviculturais desenvolvidos para fins de manejo florestal tem por objetivo a produção de madeira para fins de beneficiamento.

O sistema aplicado na área de estudo tem por fim a produção de carvão vegetal e foi implantado em uma floresta que já sofreu a primeira intervenção, com a exploração pelos industriais madeireiros das espécies nobres para serraria. O objetivo principal é a exploração de todas as espécies entre 15 - 35 cm de DAP, deixando-se 100 árvores por hectare, e, tomando-se o cuidado de não criar clareiras na estrutura da floresta. A retirada da madeira de dentro da floresta é feita no lombo dos burros, o que evita o impacto na floresta ocasionado pela entrada de equipamentos mecanizados e impede a compactação do solo, preocupação justificada, pelo laudo da EMBRAPA (1989), sobre a alta tendência destes solos à compactação.

## 2.4 MÉTODOS UTILIZADOS PARA AS COMPARAÇÕES DE FORMA E TAMANHO

SILVA (1977), em seu trabalho de determinação dos tamanhos e formas de unidades de amostra em amostragem aleatória e sistemática para florestas plantadas de *Eucalyptus alba* Rewien optou, para comparação das diferentes formas em seus diversos níveis de tamanho de unidade de amostra, pela variável "número de árvores", como unidade básica.

KULOW (1966) utilizou-se da área basal média por acre como parâmetro para comparação dos 144 métodos de amostragem que testou, que envolveram 6 tamanhos de

amostra, 8 formas e 3 tipos de distribuição, em cada uma das três áreas florestais em que se realizou o estudo. A precisão de cada método foi testada por análise de variância do erro amostral. A exatidão de cada método foi testada comparando as diferenças entre a média estimada e a média conhecida. Esta era expressa como uma percentagem da média conhecida. A precisão e exatidão do esquema amostral é inversamente proporcional ao seu respectivo erro de amostragem e a estimativa real.

SILVA (1980), selecionou o tamanho e forma ótimos com base na eficiência relativa dos diversos tamanhos e formas testados, fundamentando-se no conceito de HUSCH; MILLER; BEERS (1982), segundo o qual um dos mais importantes aspectos para definição do tamanho das unidades amostrais é baseado na consideração mútua do custo e precisão requerida. Isto é expresso pela eficiência relativa dos diferentes tamanhos das amostras. Essa eficiência pode ser mensurada por:

$$e = \frac{\left(\overline{s_{x_1}}\right)^2 t_1}{\left(\overline{s_{x_2}}\right)^2 t_2}$$

onde:

$\left(\overline{s_{x_1}}\right)$  = erro padrão em percentagem do tamanho ou forma da parcela usada como base para comparação;

$\left(\overline{s_{x_2}}\right)$  = erro padrão em percentagem do outro tamanho ou forma a ser comparado;

$t_1$  = custo ou tempo total do tamanho ou forma usado como base;

$t_2$  = custo ou tempo total do tamanho ou forma da parcela a ser comparada.

A equação supra expressa a eficiência da amostra de tamanho ou forma 2, relativa a amostra de tamanho ou forma 1. Se  $e$  for menor que 1, então, a amostra 1 é mais eficiente que a amostra 2. Se  $e$  for maior que 1, a amostra 2 é mais eficiente que amostra 1.

## 2.5 SIMULAÇÃO

SPIECKER (1975) define simulação como a imitação do procedimento de sistemas reais. Segundo ele para transformar um sistema real em um modelo formal é necessário o conhecimento da realidade. Este conhecimento só pode ser adquirido pela observação do objeto real. Porém, empregando a simulação o conhecimento pode ser generalizado e ampliado. A transformação dos dados reais em símbolos matemáticos exige uma representação precisa das características importantes da realidade. Uma das conseqüências da representação formal é o perigo da superestimação da qualidade dos resultados aparentemente exatos. Os resultados da simulação, recebidos por meio de um modelo matemático, são logicamente deduzíveis e por isso são conhecidos de antemão. O aproveitamento do conhecimento disponível entretanto é aperfeiçoado pelo uso da simulação uma vez que ela facilita e apressa o fornecimento de informação relevante.

Ainda segundo SPIECKER (1975) em experimentações da simulação são estudadas conseqüências de interferências no sistema formal. As interferências são dadas ao computador como valores de insumo (INPUT). O experimentador pode manipular tanto a situação de partida como o desenvolvimento do sistema formal pela eleição consciente dos valores de interferência. As grandezas de interferência são chamadas de variáveis de experimentação,



variáveis exógenas ou variáveis independentes. Os valores de interferência podem ser qualitativos ou quantitativos. Os efeitos do insumo são representados pelo resultado da experimentação (OUTPUT). Os valores do resultado são determinados pelo insumo e pelos dados e o programa armazenados na memória do computador. As variáveis dos resultados são chamadas variáveis endógenas ou variáveis dependentes. Os valores dos resultados também podem ser quantitativos ou qualitativos.

O programa de simulação prescreve como os dados devem ser processados. Ele controla a leitura, a transformação dos dados e a impressão dos resultados. Um programa é uma sequência de camadas, que prescrevem quais operações aritméticas e lógicas devem ser executadas pelo computador. Existem várias linguagens de programação de simulação.

Uma das finalidades da experimentação com base na simulação é fornecer uma combinação de ações que forneçam efeitos ótimos ou aceitáveis.

SPIECKER (1975) conclui afirmando que como a simulação é uma imitação da realidade precisa-se verificar se os resultados representam a realidade satisfatoriamente. Ele informa que existem duas maneiras para verificação dos resultados:

a) Comparação com a realidade:

- esta comparação pode ser feita imediatamente, se existem dados reais observados anteriormente para comparar, ou se não existem estes dados a comparação só pode ser feita futuramente quando dados reais sejam tirados.

b) Comparação com conhecimento e experiência existente:

- a qualidade dos resultados pode ser avaliada por meio de experiência e conhecimento do próprio investigador ou de outras pessoas familiarizadas com o assunto.

SILVA (1980) apresenta o método de mapeamento, o qual consiste em construir um mapa da área experimental, locando cada árvore individualmente. As amostras são tomadas dessa população estática e posteriormente analisadas. A vantagem deste método, segundo ele, é que permite o estudo de todos os tipos de unidades de amostra, inclusive o ponto de Bitterlich e que a aplicação desta técnica, aliada ao processamento eletrônico, assegura grande rapidez nos cálculos e precisão dos resultados. Na aplicação deste método ele definiu cada unidade de amostra pela interseção de um par de coordenadas aleatórias, que se constituiu no centro geométrico da unidade e pelas suas dimensões (raio no caso das unidades de amostra circulares e lados no caso das unidades de amostra quadradas ou retangulares). Todas as árvores com coordenadas menores ou iguais às determinadas pelas coordenadas do centro e pelas dimensões das parcelas, ele considerou como pertencentes àquela unidade. As unidades de amostra foram localizadas sempre nos mesmos pontos aleatórios de modo a torná-las concêntricas. Aquelas situadas, parcial ou inteiramente, fora dos limites da área experimental foram rejeitadas e seus centros transferidos para novos pontos amostrais. A intensidade de amostragem foi determinada com as estimativas obtidas em simulações preliminares com 30 unidades de amostra. A precisão estabelecida para o cálculo de  $n$  foi de 10% da média estimada. A partir da segunda amostra simulada eram impressas as estimativas dos parâmetros populacionais. Desse modo foi possível controlar o desenvolvimento completo das simulações.

### **3 MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 ÁREA DE ESTUDO**

A área situa-se na Fazenda Santo Antônio da Nova Descoberta, localizada na Serra do Tiracambú, nos municípios de Bom Jardim e Carutapera (MA), a 120 Km de Açailândia, de propriedade da Companhia Siderúrgica Vale do Pindaré. Possuindo como pontos extremos as coordenadas, ao Norte 04° 14' 50'' S e 45° 58' 24'' W; ao Sul, 4° 13' 58'' S e 47° 05' 00'' W; a Leste, 4° 05' 05'' S e 46° 56' 22'' W; e a Oeste, 4° 13' 58'' S e 47° 05' 00'' W, conforme a figura 1.

##### **3.1.1 CLIMA**

COLLARES (1979), em seu trabalho de pesquisa, realizado no município de Santa Luzia, no Estado do Maranhão, o qual faz divisa com o município de Bom Jardim, cita que trabalhos realizados pela PROSPEC S. A.<sup>8</sup>, encontraram para a região, segundo a Classificação de Köppen, o tipo climático Aw, de clima tropical chuvoso ou tropical de savana, com temperatura do mês mais frio acima de 18 °C, inverno seco e verão chuvoso.

BRASIL (1973) identifica o clima da região, segundo a classificação de Gaussen, como clima xeroquimênico, que é um clima tropical de monção, caracterizado principalmente por um período seco no inverno (dias relativamente curtos) e um período úmido, bem acentuado

---

<sup>8</sup> PROSPEC S. A. Projeto oeste do Maranhão. Secretaria de Agricultura do Estado do Maranhão. Rio de Janeiro. 1977. 147 p.

e nitidamente marcado por chuvas torrenciais no verão (dias longos), dentro do grupo termoxeroquimênico é de caráter atenuado, com 3 ou 4 meses secos, com temperatura do mês mais frio em torno de 20°C. A figura 2 demonstra a curva ombrófila de Gaussen para a região, tomada na estação de Imperatriz - MA.

A temperatura média anual, conforme NIMMER<sup>9</sup>, citado por COLLARES (1979), situa-se pouco abaixo de 26° C, sendo a temperatura mínima absoluta do ano acima de 12°C e a temperatura máxima absoluta do ano entre 38° C e 40° C.

Ainda segundo NIMMER, o regime de chuvas é o tropical da zona equatorial, com máxima precipitação no outono e mínima na primavera. O período de maior precipitação fica entre os meses de fevereiro e maio, sendo março e abril os meses mais chuvosos. O período seco pode chegar a 4 meses por ano, sendo que os meses de menor precipitação são agosto, setembro e outubro. A precipitação média anual, de acordo com a PROSPEC S. A., está um pouco acima de 1600 mm.

### 3.1.2 BALANÇO HÍDRICO

BRASIL (1973) apresenta o sistema de balanço hídrico de THORNTHWAITE e MATHER, para a região, com dados obtidos na estação Imperatriz - MA, situada a 5° 32' Lat. e 47° 30' Long., conforme o Quadro 1.

---

<sup>9</sup> NIMMER, E. Climatologia da Região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, v. 2, n.34, p. 3-51. 1972.

FIGURA 1 - MAPA COM A LOCALIZAÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

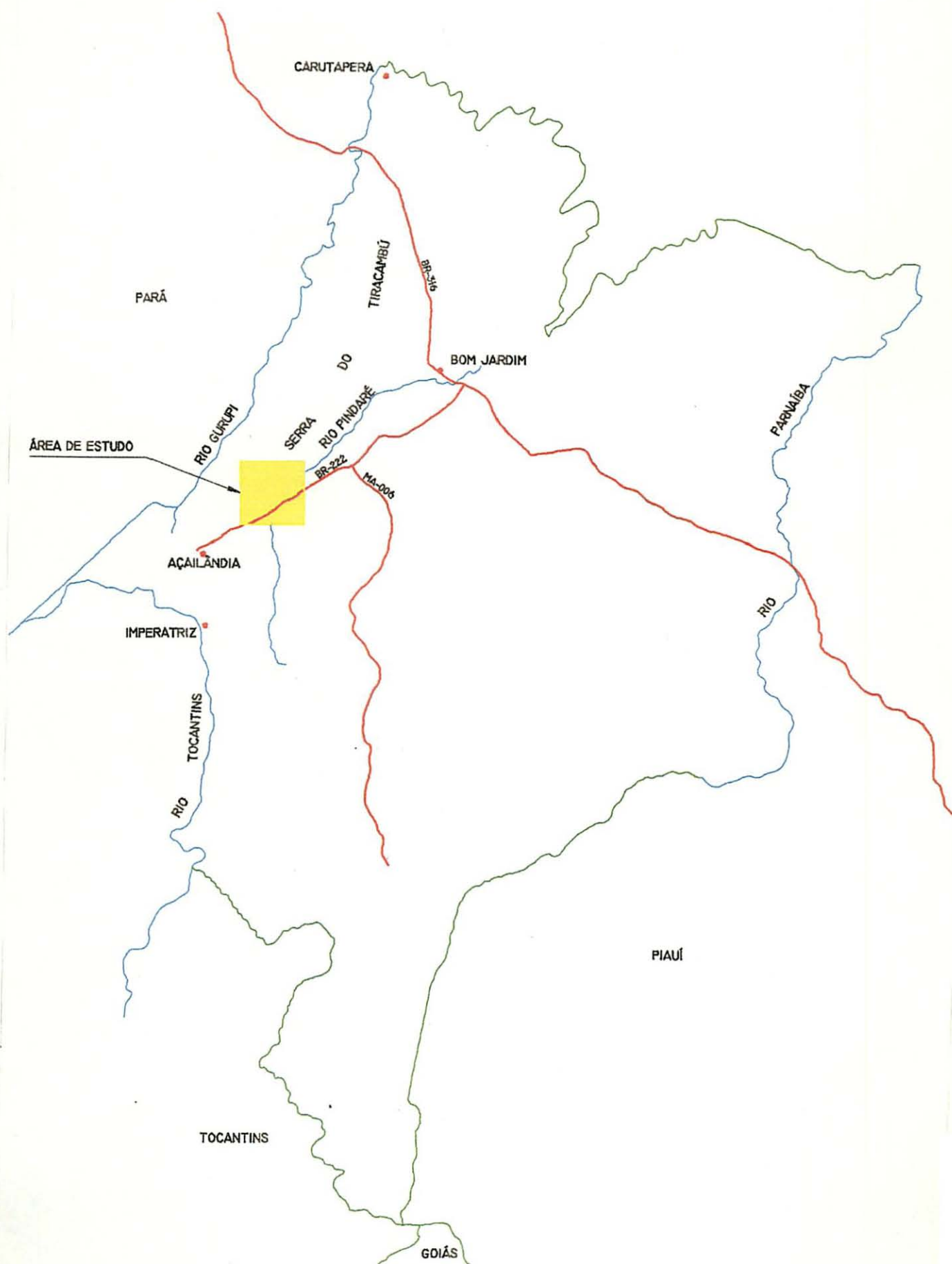
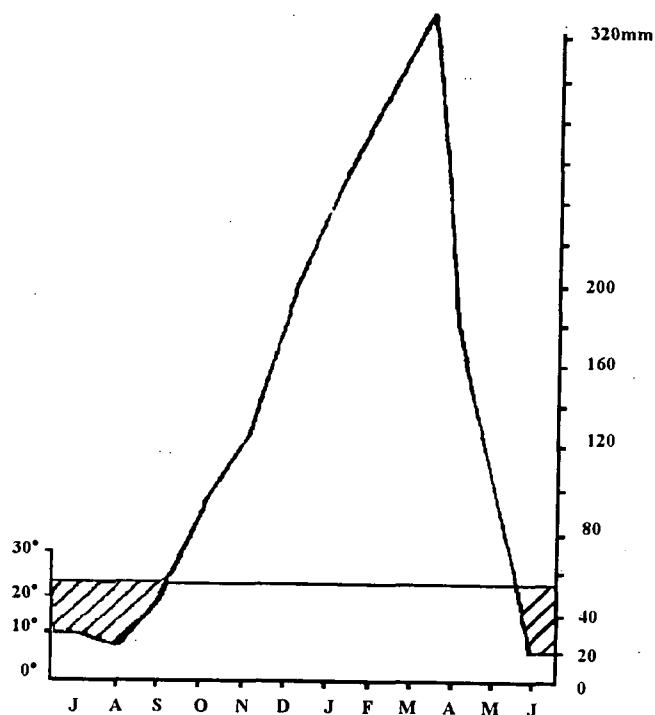


FIGURA 2 - CURVA OMBRÓFILA DE GAUSSEN - ESTAÇÃO IMPERATRIZ



QUADRO 1 - BALANÇOS HÍDRICOS SEGUNDO THORNTHWAITTE E MATHER, BASEADOS EM DADOS TERMOPLUVIOMÉTRICOS

| Mês                             | JAN.  | FEV.         | MAR.  | ABR.          | MAIO  | JUN. | JUL. | AGO.  | SET.  | OUT.  | NOV.  | DEZ.  | ANO    |
|---------------------------------|-------|--------------|-------|---------------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Estação : Imperatriz - Maranhão |       | Lat. 05° 48' |       | Long. 44° 27' |       |      |      |       |       |       |       |       |        |
| P                               | 253.5 | 287.8        | 324.8 | 194.0         | 105.5 | 21.2 | 10.3 | 15.7  | 39.0  | 91.6  | 122.7 | 191.2 | 1657.3 |
| EP                              | 116.6 | 115.5        | 117.5 | 116.0         | 114.2 | 97.0 | 96.9 | 108.1 | 120.0 | 130.2 | 126.7 | 121.9 | 1380.6 |
| ER                              | 116.6 | 115.5        | 117.5 | 116.0         | 114.2 | 97.0 | 25.8 | 15.7  | 39.0  | 91.6  | 122.7 | 121.9 | 1093.5 |
| ARM                             | 100.0 | 100.0        | 100.0 | 91.3          | 15.5  | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 69.3  | 576.1  |
| EXC                             | 106.2 | 172.3        | 207.3 | 78.0          | 0     | 0    | 0    | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 563.8  |
| DEF                             | 0     | 0            | 0     | 0             | 0     | 0    | 71.1 | 92.4  | 81.0  | 38.6  | 4.0   | 0     | 287.1  |

Fonte : BRASIL. Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Meteorologia - **Balanço Hídrico do Brasil**. Rio de Janeiro, 1972.

- P - Precipitação  
 EP - Evapotranspiração potencial  
 ER - Evapotranspiração real  
 ARM - Água armazenada no solo  
 EXC - Excesso hídrico  
 DEF - Deficiência hídrica

O Quadro 1 mostra um déficit hídrico de 287,1 mm, ocasionado pela elevada evapotranspiração. Essa característica condiciona a adoção de práticas especiais de manejo, quer seja para florestas ou outros tipos de cultivos, no sentido de minimizar os efeitos desse déficit hídrico e, ao mesmo tempo, garantir o uso adequado dos solos.

### 3.1.3 GEOLOGIA E MATERIAL ORIGINÁRIO

Segundo BRASIL (1973) a formação litológica da área de estudo é caracterizada pela Formação Barreiras. Esta é constituída por sedimentos clásticos mal selecionados, variando de siltitos a conglomerados. As cores predominantes são o amarelo e o vermelho, porém variam muito de local para local. Os arenitos são em geral caulínicos com lentes de folhelho.

A Formação Barreiras, continua BRASIL (1973), aflora na parte noroeste da área, formando os mais altos platôs que são divisores de águas, entre os Rios Tocantins, Cajuapara, Pindaré, Zitiua e Grajaú. A sua idade não é precisa pela ausência de fósseis, porém admite-se ser do Terciário pois na sua parte inferior encontra-se o calcário fossilífero Pirabas, que é do Mioceno Inferior. Um aspecto de como esta formação está inserida no Estado do Maranhão é apresentado na figura 3, que mostra as idades das formações, séries e grupos geológicos, e o período (era) em que foram constituídos.

### 3.1.4 MORFOLOGIA E RELEVO

Segundo BRASIL (1973), a área situa-se no Planalto Setentrional Pará-Maranhão, que é uma área de transição entre o Pediplano Central do Maranhão e a Superfície Sublitorânea de Bacabal. A superfície é inclinada para leste e cortada na direção norte-sul pelos rios Gurupi, Pindaré e Grajaú, cuja dissecação na rede de drenagem aumenta para leste.

O Planalto Setentrional Pará-Maranhão é um conjunto de relevos tabulares, muito fragmentados e separados por uma densa rede de drenagem. A cobertura é da floresta sempre verde, presente nos leitos dos grandes rios que recortam o Planalto, como o Gurupi, Pindaré e Grajaú. Seus vales apresentam ainda a evidência de morfogênese menos úmida, com processos de pedimentação muito extensos. A gradação da densidade de drenagem aumenta para oeste, com maior número de afluentes de regime permanente, sob bioclima termoxeroquimênico atenuado. A intensa dissecação deste Planalto criou pequenas mesas e elevações sob forma de morros cônicos isolados na parte oriental, enquanto conjuntos mais compactos de mesas são mais nítidos a ocidente. A cobertura vegetal de floresta e a natureza litológica (Formação Barreiras) dão a estas mesas uma feição bem diferenciada daquelas do Planalto da Bacia Sedimentar Piauí-Maranhão. É representado pelas serras Tiracambu e Gurupi, onde se localiza a área objeto deste estudo.

### 3.1.5 SOLOS

Os solos da região, segundo levantamento feito pela EMBRAPA (1989), e de conformidade com o mapa de solos apresentado na figura 4, são, em sua maioria, Latossolo Amarelo distrófico muito argiloso e argiloso, fase Floresta Tropical Úmida, com permeabilidade muito baixa e elevada suscetibilidade a compactação por uso contínuo de equipamentos pesados ou superpastoreio. Apresenta alta tenacidade quando seco e alta plasticidade quando úmido. O conteúdo orgânico proporcionado pelo ciclo de restos vegetais é o principal responsável pelo aumento da retenção e disponibilidade de água para a vegetação.

O pH da água indica acidez elevada (em torno de 5) e acidez média (entre 5 e 6). Esta acidez torna alguns nutrientes e micronutrientes indisponíveis para as plantas. Os teores de



fósforo disponível são baixos. Os teores de matéria orgânica são muito altos nos horizontes sob influência do reciclo de vegetação natural e médios para os demais horizontes. Nestes solos, o conteúdo orgânico influencia positivamente na capacidade de troca catiônica, retenção de água e, sobretudo, na estruturação. É evidente a importância fundamental do reciclo da vegetação natural na disponibilidade dos nutrientes analisados.

Segundo BRASIL (1973), o Latossolo Amarelo, textura muito argilosa é encontrado na região dos platôs cretáceos, ocupando os topos dos tabuleiros com relevo plano, sob vegetação de floresta tropical sempre verde. Através do Perfil FOLHA SB.23-V-A, realizado 54 km após o Rio Pindaré, na estrada Açailândia para Santa Luzia, próximo a área de estudo, este solo caracteriza-se por possuir Horizonte A ócrico e B óxico, em perfil profundo, de baixa fertilidade natural e, conseqüentemente, de baixa saturação de bases. Trata-se de solos ácidos e muito fortemente ácidos, de boa drenagem, embora por vezes possam apresentar textura bastante argilosa.

O teor de argila, ainda segundo BRASIL (1973) pode variar bastante, o que possibilita a diferenciação de solos com textura argilosa e muito argilosa (pesada e muito pesada), nos quais o conteúdo de argila no horizonte B está acima de 35% e 60% respectivamente. Possuem cor nos matizes 10 YR e 7.5 YR com croma e valores bastante altos no horizonte B, onde domina o amarelo. Os Latossolos Amarelos amazônico apresentam perfil A, B e C friável, bastante poroso, com estrutura muito pouco desenvolvida.

Segundo levantamento feito pela EMBRAPA (1989), para a área de estudo, a granulometria de quase todas as amostras apresentaram percentuais de argila superiores a 60%, classificando-as como "muito argilosa" ou constituídas por "argila pesada". Os teores de

areias finas e grossas foram extremamente baixos em todas as amostras, enquanto os teores de silte apresentaram-se médios. Desta análise, chegou-se as seguintes conclusões:

- a) Os elevados teores de argila silicatados (caolinita) propiciam permeabilidade muito baixa destes solos e elevada suscetibilidade a compactação por uso contínuo de equipamentos pesados ou por superpastoreio;
- b) em solos desprovidos de cobertura vegetal predomina acentuadamente o escoamento superficial, em declives superiores a 1%, ou suscetibilidade a alagamento em declives inferiores a 1%;
- c) a lixiviação de cátions e ânions, nutrientes ou não, para camadas inferiores do solo é dificultada, levando a adubação e correção do solo, a atuar predominantemente na camada superficial do solo (0-20cm);
- d) o elevado percentual de argila, especialmente os silicatados, dificulta as operações de preparo do solo, uma vez que apresenta alta tenacidade quando seco e alta plasticidade quando úmido. Esta situação se agrava com o processo de degradação dos Latossolos Amarelos argilosos podendo ser alternada apenas com a incorporação de matéria orgânica;
- e) a ação da erosão na área degradada ocorre de maneira seletiva sobre o material mais fino (argiloso) elevando percentualmente os componentes mais grosseiros (areias).

### 3.1.6 VEGETAÇÃO

Segundo BRASIL (1973) a área de estudo encontra-se na região Fitoecológica da Floresta Estacional Densa Perenifólia, na sub-região dos Altos Platôs do Pará-Maranhão. Esta sub-região é caracterizada pela floresta densa e alta ( $\pm 30$  m), com árvores emergentes

gigantescas ( $\pm 50\text{m}$ ), ocupa os altos platôs, cujo grau de dissecamento expõe, muitas vezes, arenitos litologicamente diferentes. Nesta sub-região, dois ecossistemas foram encontrados:

- a) Ecossistema dos altos platôs Terciários. Estes platôs são cobertos por floresta caracterizada pelo angelim-pedra de folha pequena, mais conhecido como angelim-pedra (*Hymenolobium excelsum* Ducke.), maçaranduba (*Manilkara huberi* Ducke.), faveiras do tipo visgueiro (*Parkia spp.*) e pelo breu-preto (*Protium spp.*), sendo as duas primeiras espécies integrantes do grupo das árvores emergentes e as últimas, do estrato arbóreo normal da floresta;
- b) ecossistema dos platôs mais baixos e dissecados. Estes platôs dissecados são caracterizados pelo angelim-pedra de folha grande ou angelim-da-mata (*Hymenolobium petraejum* Ducke), que sobressaem do estrato arbóreo normalmente baixo e uniforme, com composição florística semelhante à anterior.

Estes ecossistemas foram alterados pela exploração madeireira realizada no início da década de 80, onde as empresas (serrarias) realizaram a operação tradicional de exploração, ou seja, a retirada das árvores de maior interesse comercial com vistas a produção de madeira serrada.

A figura 5 apresenta o mapa de Vegetação do Estado do Maranhão, onde está localizada a área de abrangência deste estudo.



FIGURA 3 - FORMAÇÃO GEOLÓGICA DO ESTADO DO MARANHÃO COM  
LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.

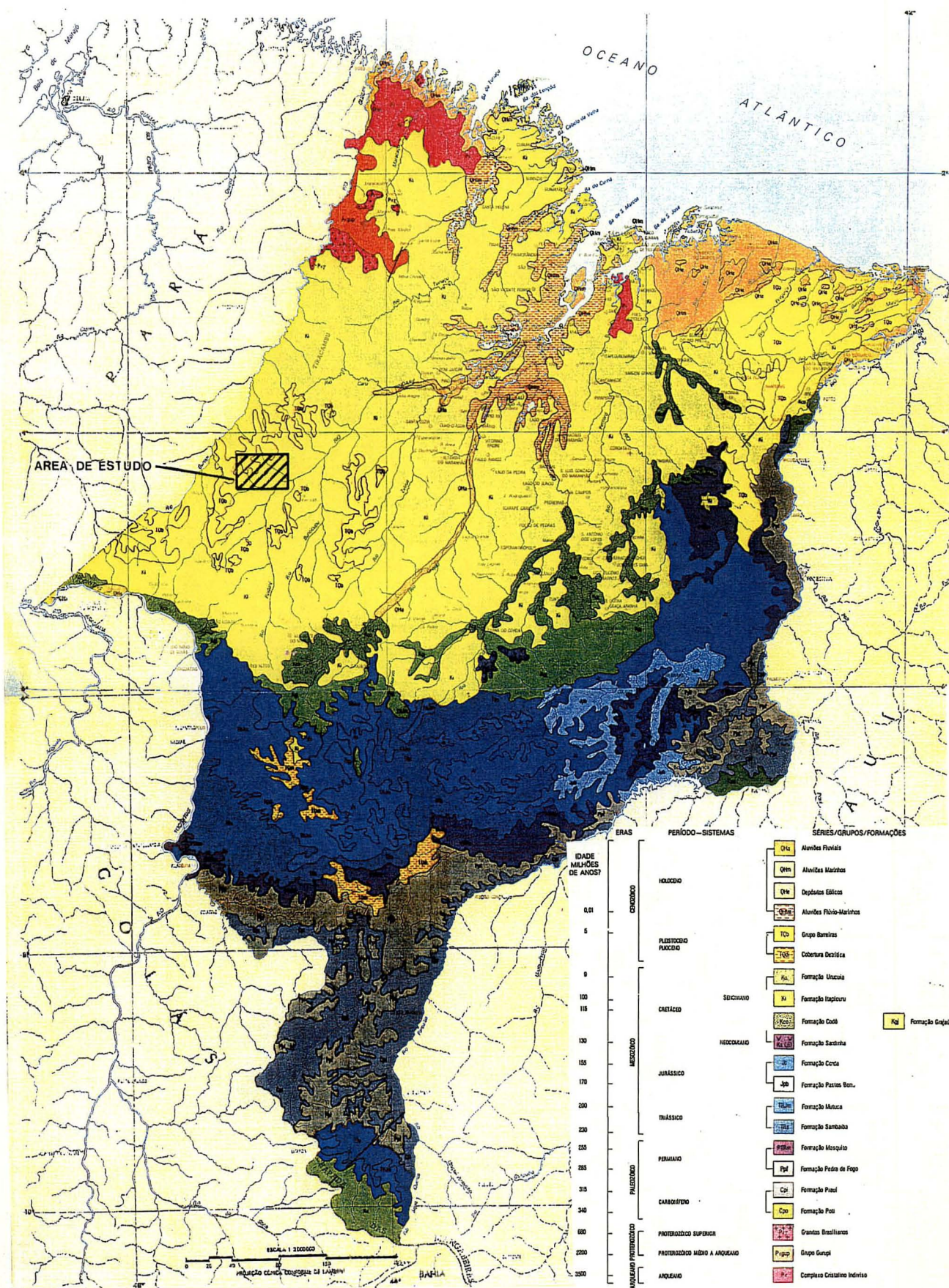
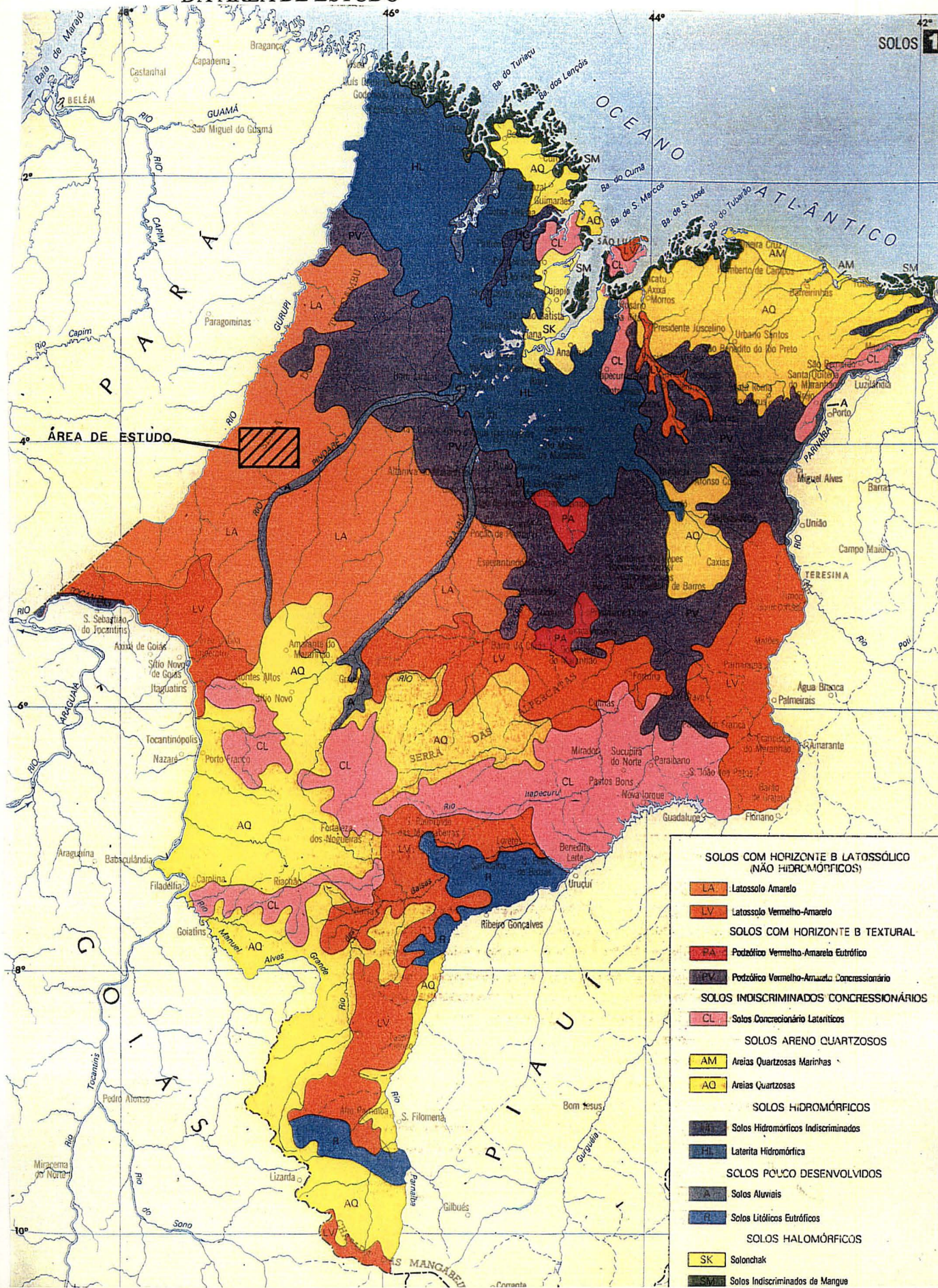




FIGURA 4 - MAPA DE SOLOS DO ESTADO DO MARANHÃO COM LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO









### 3.2 OBTENÇÃO DOS DADOS BÁSICOS

A metodologia de coleta de dados foi definida com base nos principais trabalhos de pesquisa realizados sobre tamanho de parcelas amostrais, tais como, MALLEUX (1982), SILVA (1977), SILVA (1980) e TELLO (1980).

#### 3.2.1 DEFINIÇÃO DA ÁREA AMOSTRAL

A área de estudo compreende a floresta manejada de 5.083,97 ha, onde foi escolhida aleatoriamente uma área de 30 ha, dividida em 6 blocos, de 5 hectares cada um. Nesses blocos foi realizada a enumeração completa das árvores acima de 3 metros de altura que foram numeradas, ficando a numeração sempre do lado do caminhamento, para evitar dúvidas se a árvore deveria ou não ser medida. As árvores foram identificadas com lacres de plástico com numeração seqüencial, conforme a figura 6.

FIGURA 6 - DETALHE DA NUMERAÇÃO DAS ÁRVORES





Os blocos tiveram dimensão de 100 x 500 m. A demarcação dos blocos e da faixa central de cada um deles foi feita com teodolito, demarcados com piquete de madeira. Os piquetes tiveram forma retangular, com 1,5 metros de altura, sendo sua extremidade pintada com tinta azul. Nas bordas externas de cada bloco, bem como em sua faixa mediana foram colocados piquetes a cada 100 metros, como ilustra a figura 7.

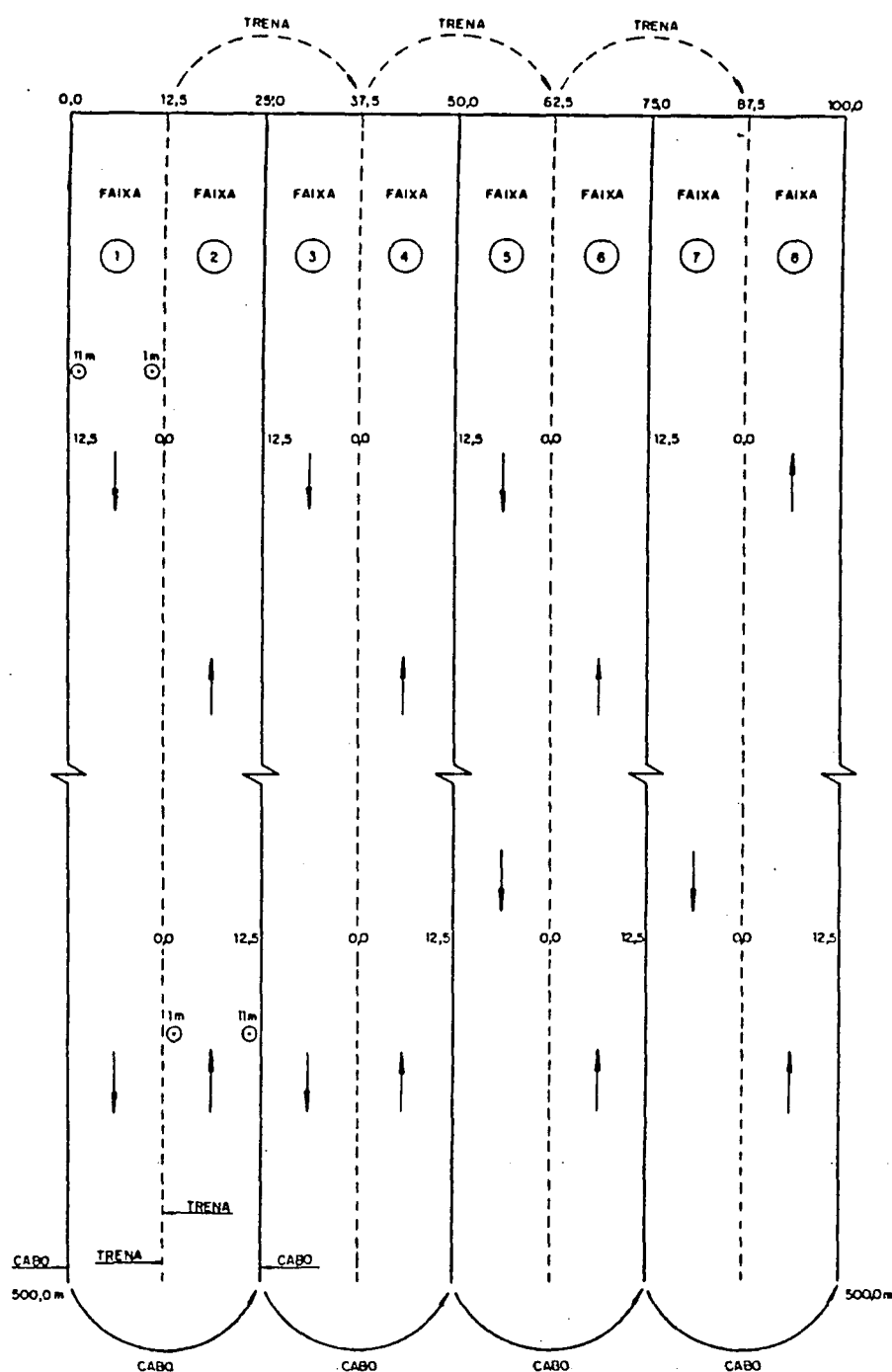
FIGURA 7 - DETALHE DA ESTACA DE DELIMITAÇÃO DO BLOCO





Com o objetivo de se manter o controle sobre as medições executadas o bloco foi dividido em 4 faixas de 25 x 500 metros. A medição destas faixas foi realizada traçando-se uma linha imaginária dividindo cada faixa ao meio, ou seja, 2 subfaixas de 12,5 metros, ao longo de toda extensão da parcela (500 metros) no sentido norte-sul. O esquema acima descrito é apresentado na figura 8.

FIGURA 8 - ESQUEMA DE CAMINHAMENTO PARA MEDIÇÃO DAS FAIXAS



• LINHA CHEIA - CABO DE AGRIMENSOR

• LINHA PONTILHADA - TRENA

O eixo Y corresponde à extensão da picada (0-500m), controlado por uma trena de 50 metros, o eixo X corresponde à largura da faixa de trabalho (0 - 12,5 m), conforme a figura 9.

FIGURA 9- DELIMITAÇÃO DO BLOCO E MEDIÇÃO DO DIÂMETRO



### 3.2.2 REGISTRO DAS MEDIÇÕES

Todas as árvores numeradas foram anotadas em uma ficha de campo, com seus respectivos números, nomes comuns e coordenadas X e Y. Para as árvores acima de 15 cm de DAP, foram medidos a altura comercial, altura total, o tamanho da copa e classificados quanto a forma e posição da copa, competição entre copas, competição entre fustes e qualidade do fuste. Para todas as árvores acima de 3 metros de altura e até 15 cm de DAP,

foram realizadas medições quanto ao DAP, e a classificação de cada indivíduo conforme a espécie e categoria de tamanho. Os modelos das fichas de campo, encontram-se nos Anexos 1 e 2.

### 3.2.2.1 Identificação das Espécies Florestais

A identificação das espécies florestais encontradas na área de pesquisa, pelo nome vulgar, foi realizada por um mateiro. A correlação entre o nome vulgar e o respectivo nome científico das espécies, seus gêneros e famílias foram obtidos com o auxílio das referências bibliográficas disponíveis e, para as espécies consideradas duvidosas foi coletado material e elaborado exsicatas, as quais foram identificadas por especialistas do Laboratório de Dendrologia do Curso de Engenharia Florestal, da Universidade Federal do Paraná. Estas exsicatas encontram-se no herbário desta instituição.

### 3.2.2.2 Variáveis Medidas :

O trabalho de campo constou da realização não apenas das medições da variável que seria diretamente empregada na elaboração desta pesquisa (Circunferência a Altura do Peito - CAP), porém obteve-se informações de outras variáveis que estão diretamente vinculadas a atender aos objetivos do manejo das florestas de maneira sustentável, como uma proposta de metodologia a ser implantado em áreas que pretendam fazer um estudo de suas florestas com vistas a obter um rendimento sustentável.

#### 3.2.2.2.1 Circunferência a Altura do Peito

A Circunferência a Altura do Peito - CAP - foi obtida com o uso de uma fita métrica, com precisão em centímetros, a 1,30 metros do solo. No caso de haver sapopemas, esta medida foi tomada 30 cm acima do final da mesma, registrando-se a altura em que foi realizada a medição ( figuras 9 e 10 ).



FIGURA 10 - DETALHE DA MEDIÇÃO DE UMA ÁRVORE COM SAPOPEMA



#### 3.2.2.2.2 Altura comercial

Esta medida correspondeu à distância da base da árvore até o primeiro galho de porte ou onde era encontrado o diâmetro mínimo de 8 cm. Esta variável foi medida com Hipsômetro de Blume-Leiss, sendo obtida em metros.

#### 3.2.2.2.3 Altura total

A altura total da base ao ápice da copa, foi medida com o Hipsômetro de Blume-Leiss, o qual forneceu a medida em metros .

#### 3.2.2.2.4 Diâmetro da copa

Obtido a partir de medições da projeção da copa no solo. Foram feitas duas medições, no maior e no menor eixo. As medições foram efetuadas com trena, com precisão em decímetros.

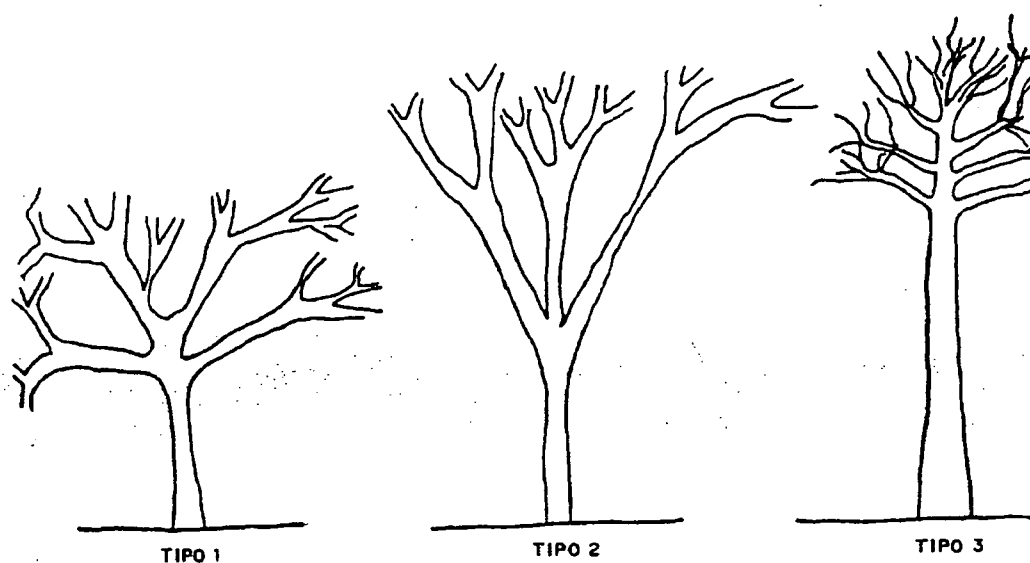
#### 3.2.2.2.5 - Forma da copa

Avaliada e classificada segundo a descrição apresentada no Quadro 2, a seguir, de acordo com o gabarito constante na figura 11.

**QUADRO 2 - FORMA DA COPA**

| <b>TIPO</b> | <b>DESCRIÇÃO</b>  |
|-------------|---|
| <b>1</b>    | copa grande, rala, espalhada, com galhos grossos saindo do tronco, muitas vezes com diâmetro próximo ao diâmetro final do fuste. Este tipo de copa apresenta um grande diâmetro, geralmente superior a altura da mesma. |
| <b>2</b>    | copa grande, concentrada, com galhos grossos, saindo do tronco e crescendo para cima. Este tipo de copa tem como principal característica a sua grande altura ou mesclado, sempre superior ao seu diâmetro.             |
| <b>3</b>    | copa pequena, concentrada, sendo que após o início da copa, o fuste continua bem definido. Nesta copa há um grande número de galhos, porém finos, os quais saem do tronco formando ângulos de 90°, bem definidos.       |

FIGURA 11 - FORMA DA COPA



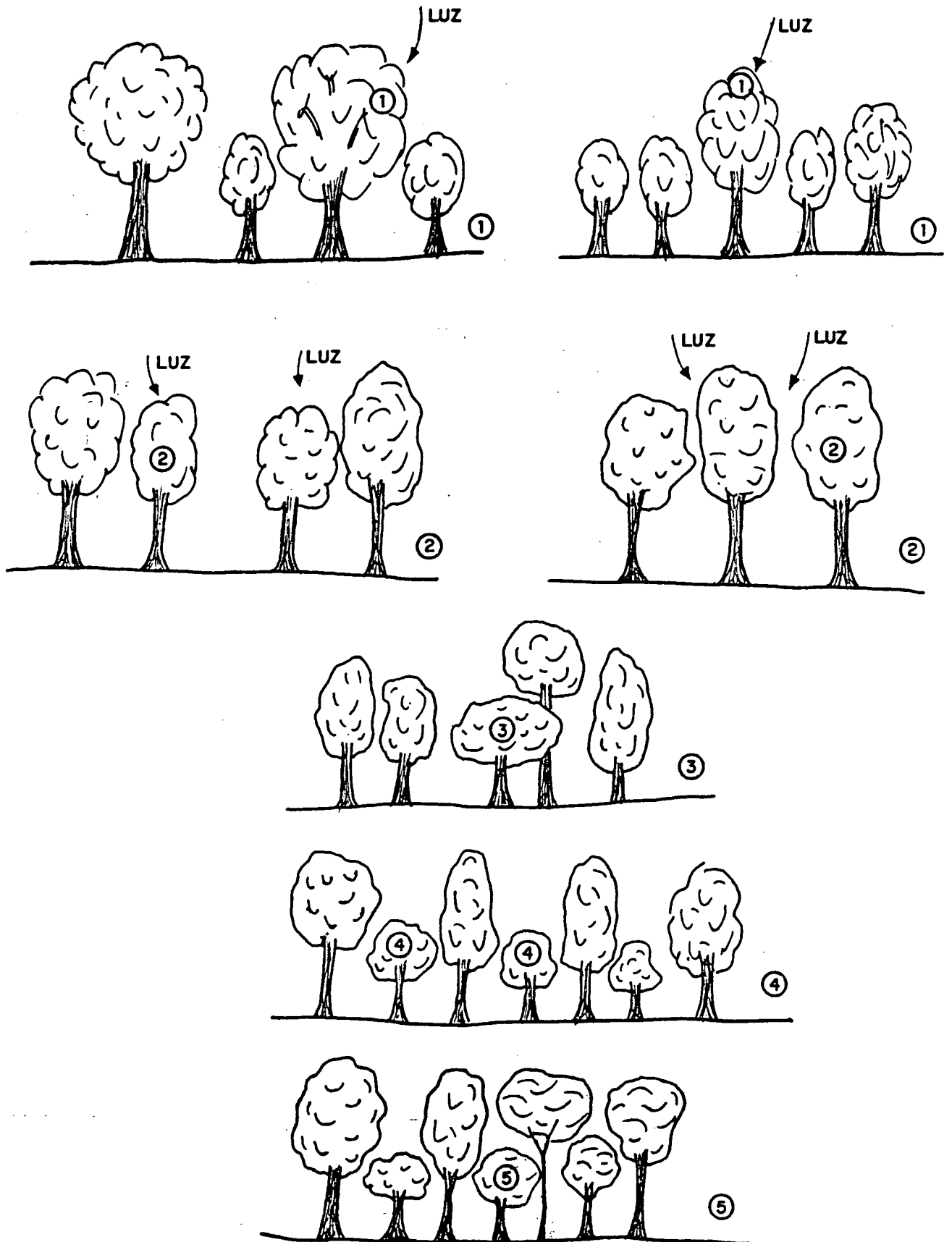
## 3.2.2.2.6 Posição da copa

A posição da copa foi tomada obedecendo-se ao gabarito da figura 12, classificando-a no código que mais se adequava. O Quadro 3, a seguir, mostra a descrição dos códigos utilizados:

QUADRO 3 - CÓDIGOS DE POSIÇÃO DA COPA

| CÓDIGO | DESCRIÇÃO  |
|--------|--|
| 1      | Copa totalmente exposta à luz.   |
| 2      | Topo da copa totalmente exposto à luz, mas em contato com vizinhas.        |
| 3      | Topo da copa parcialmente exposto à luz, recoberto por vizinhas.           |
| 4      | Topo da copa totalmente recoberto por vizinhas, mas recebendo luz lateral. |
| 5      | Copa totalmente sombreada, tanto no sentido lateral como vertical.         |

FIGURA 12 - POSIÇÃO DA COPA



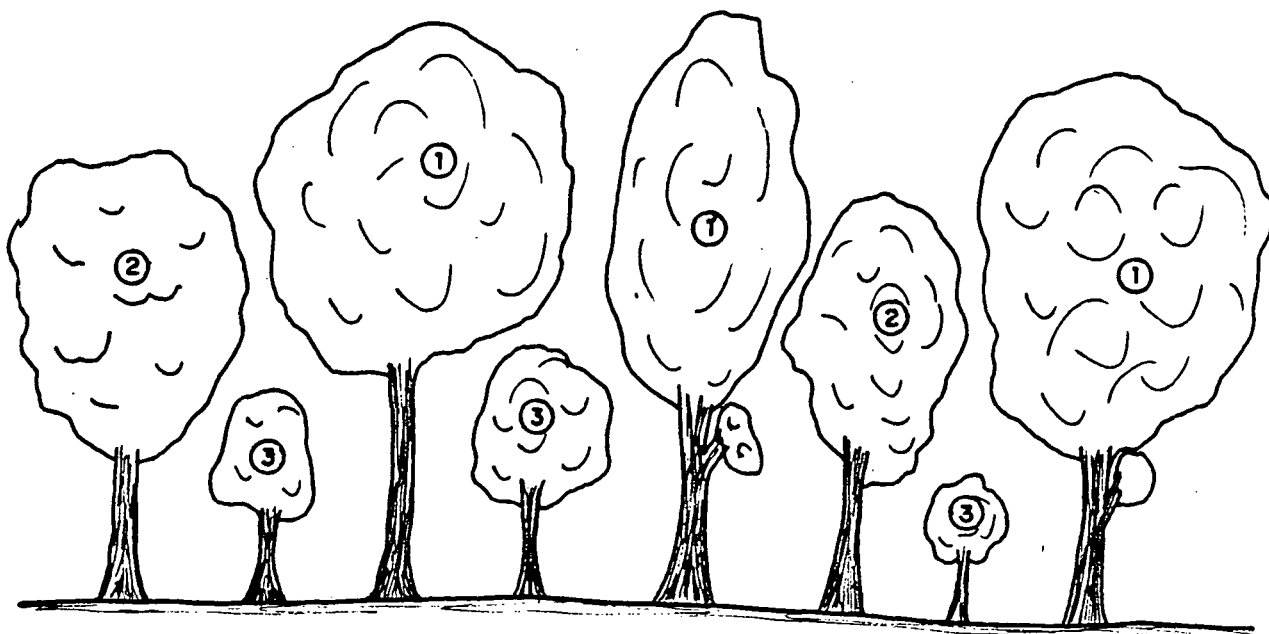
### 3.2.2.2.7 Competição entre copas

Foram avaliadas conforme o gabarito da figura 13, sendo classificadas conforme os códigos, apresentados no Quadro 4, a seguir:

QUADRO 4 - CÓDIGO DE COMPETIÇÃO ENTRE COPAS

| CÓDIGO | DESCRIÇÃO             |
|--------|-----------------------|
| 1      | Livre.                |
| 2      | Em competição.        |
| 3      | Dominada ou ameaçada. |

FIGURA 13 - COMPETIÇÃO ENTRE COPAS





### 3.2.2.2.8 Qualidade do fuste

Foi avaliado conforme gabarito classificando-se dentre os códigos que se encontram no Quadro 5:

**QUADRO 5 - QUALIDADE DO FUSTE**

| <b>CÓDIGO</b> | <b>DESCRIÇÃO</b>   |
|---------------|--|
| <b>1</b>      | Fuste reto, bem configurado, sem defeitos aparentes.                               |
| <b>2</b>      | Fuste com tortuosidade e pequenos nós.   |
| <b>3</b>      | Fuste oco e deformado ou atacado por insetos e fungos causadores de apodrecimento. |

### 3.2.2.2.9 Competição entre fustes

Para melhor configurar a competição entre fustes utilizou-se o gabarito de acordo com os códigos apresentados no Quadro 6:

**QUADRO 6- COMPETIÇÃO ENTRE FUSTES**

| <b>CÓDIGO</b> | <b>DESCRIÇÃO</b>                            |
|---------------|---|
| <b>1</b>      | Livre de competidores .                     |
| <b>2</b>      | Presença de 1 - 2 fustes competidores .     |
| <b>3</b>      | Presença de 3 ou mais fustes competidores . |

### 3.2.2.2.10 Estoque de crescimento

O estoque de crescimento compreendeu os indivíduos no intervalo entre 3 metros de altura e 14,9 cm de DAP. Estes indivíduos foram classificados por espécie e por categoria de tamanho, de acordo com a classificação do Quadro 7 :

**QUADRO 7 - CATEGORIAS DE TAMANHO DO ESTOQUE DE CRESCIMENTO**

| <b>Categoria de Tamanho</b> | <b>Intervalo</b>                    |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| <b>1</b>                    | > 3,0 m e $\leq$ 4,0 m de altura.   |
| <b>2</b>                    | > 4,0 m e $\leq$ 5,0 m de altura.   |
| <b>3</b>                    | > 5,0 m de altura e < 15 cm de DAP. |

## **3.3 PROGRAMA DE MANEJO SUSTENTADO PARA PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL NA ÁREA DE PESQUISA**

### 3.3.1 SISTEMA SILVICULTURAL EMPREENDIDO NA ÁREA DE ESTUDO

De acordo com o Plano de Manejo Sustentado protocolado no IBAMA pela Companhia Siderúrgica Vale do Pindaré, o sistema silvicultural foi desenvolvido em 5 fases, a seguir enumeradas:

- a) Eliminação do sub-bosque indesejável;
- b) elaboração de um inventário florestal pré exploratório;
- c) exploração do volume comercial desejado;

- d) inventário periódicos e contínuos;
- e) condução da regeneração natural existente.

A primeira fase foi realizada com a eliminação dos cipós, palmeiras e arbustos de pequeno porte, visando além de eliminar a concorrência e parasitismo, facilitar a exploração e o arraste do material lenhoso. Sempre que possível foi aproveitado o produto do desbaste, distribuindo-o no solo, para evitar novas brotações e melhorar as condições gerais de umidade e fertilidade, haja vista a decomposição rápida daquela floresta e a necessidade de reciclo vegetal para a nutrição das plantas (laudo da EMBRAPA, 1989).

A segunda fase, o inventário florestal pré-exploratório, objetivou identificar o volume comercial desejado existente no talhão a ser explorado, com vistas a obter uma maior eficiência na exploração em relação à necessidade de matéria prima desejada para carvão. Foram inventariadas todas as espécies existentes com DAP  $\geq 15$  cm, através de amostragem sistemática.

A terceira fase - exploração do volume comercial desejado, foi direcionada às espécies de interesse carvoejeiro, utilizando-se de técnicas de derrubada orientada e exploração dirigida de modo a causar o menor prejuízo possível ao povoamento remanescente, com a aplicação do sistema de espinha de peixe, orientado para as estradas escoadoras, no caso, os aceiros.

As árvores a serem abatidas, determinadas pela classificação dos diâmetros dos fustes, foram previamente marcadas para facilitar a extração. O produto do abate foi cortado em dimensões apropriadas ao carvoejamento, aproveitando-se inclusive a galhada resultante, e empilhado, para posterior carregamento e transporte, no lombo das mulas.

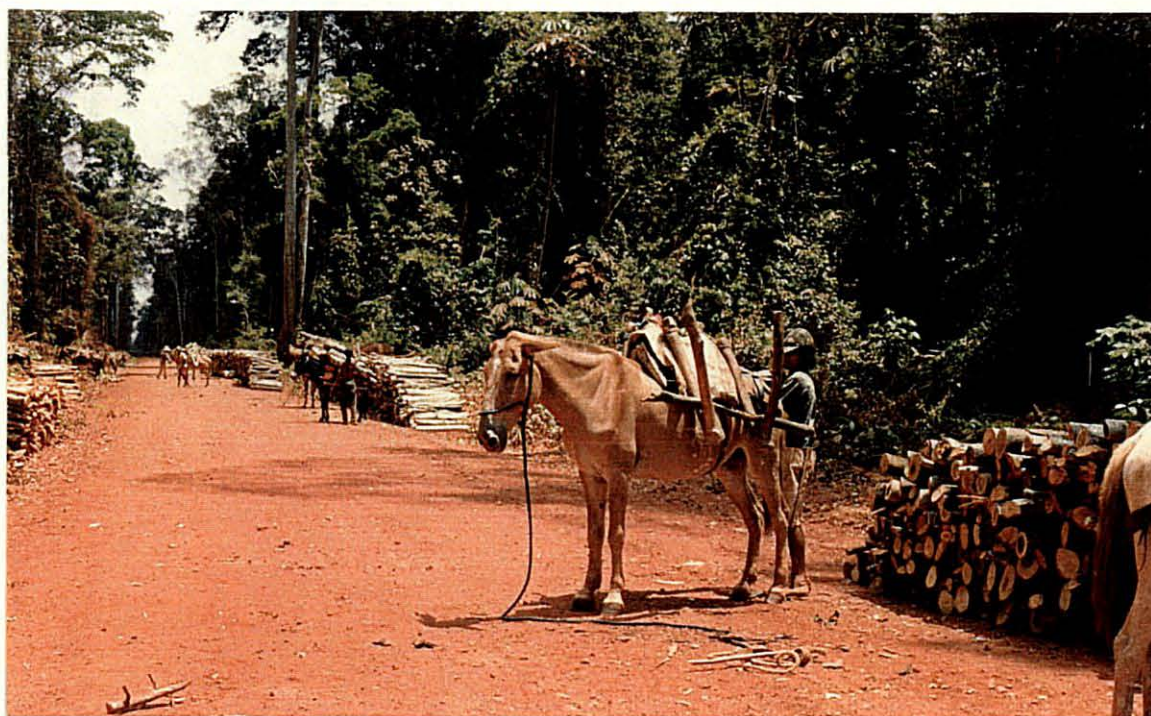
As espécies Cumaru (*Dipteryx odorata*), Jatobá (*Hymanaea courbaril*), Angelim (*Hymenolobium petreum*), Sucupira (*Bowdichia brasiliensis*), Tatajuba (*Bagassa guianensis*), Muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke), Copaíba (*Copaifera duckei*), Ipê (*Tabebuia sp*), Maçaranduba (*Manilkara huberi*) e Cedro (*Cedrela odorata*) não são passíveis de exploração, e embora tenham sido mensuradas, receberam marcações a fim de que não fossem confundidas com as demais espécies a serem exploradas.

Foram abatidas as árvores  $\geq$  a 15 cm de DAP, em quantidade compatível com os estudos obtidos pelo inventário pré-exploratório - em média 120 árvores por ha, tomando-se o cuidado de evitar danos às remanescentes e de maneira a maximizar a eficiência do transporte da lenha até os fornos, minimizando com isto os custos de transporte.

As sapopemas, as árvores já tombadas pela ação natural, os fustes secos eretos, os resíduos provenientes das derrubadas, as árvores atacadas por fungos serão aproveitados, ou quando sua utilização não seja possível, serão retirados da floresta, para evitar a infestação de doenças, que encontram situações ideais para se desenvolver nestas circunstâncias. Um exemplo do que empilhamento e do transporte da lenha no lombo das mulas é apresentado na figura 14.

O inventário florestal contínuo, objetiva avaliar os danos causados pela exploração, sobre o volume remanescente e estoque de regeneração natural preexistente, fornecendo subsídios para as explorações subsequentes. Será realizado a partir de parcelas permanentes, em toda a área manejada, especialmente nos talhões já explorados, em intervalos de 5 anos contados da primeira intervenção até o final da rotação. Em cada parcela será estabelecida uma subparcela, também permanente, para avaliar a regeneração natural.

FIGURA 14 - EMPILHAMENTO DA LENHA A BEIRA DA ESTRADA E TRANSPORTE NO LOMBO DAS MULAS



A condução da regeneração natural existente vem sendo realizada pela simples exploração orientada, pela eliminação do sub-bosque indesejável, pelo controle e prevenção de incêndios florestais, e, pelo impedimento de acesso e uso da área para outra atividade.

### 3.3.2 TRANSPORTE

O transporte da lenha até a estrada é realizado no lombo de mulas. Da estrada até as carvoarias, o transporte é realizado em carretas com capacidade para 15 m<sup>3</sup> de lenha. A carga e descarga são efetuadas manualmente. A equipe de transporte é composta por 1 motorista e 4 ajudantes, e deve ter um rendimento de 60 m<sup>3</sup>/dia. O transporte do carvão, da fazenda até a cidade de Açailândia, onde se encontra a usina, é realizado por caminhões "gaiola" simples e com 3º eixo, com capacidade para 40/50 m<sup>3</sup>, respectivamente, carregados através da



utilização de balaies de bambu de 30 litros e equipados com pendente luminoso, permitindo assim que a operação seja diuturna, quando necessário. O tempo de carregamento é estimado em 4 horas e o descarregamento em 2 horas.

### 3.3.3 CARVOEJAMENTO

O carvoejamento é realizado em fornos aéreos, modelo japonês, com 4 metros de diâmetro, e altura da copa de 2,45 metros, contendo 2 portas, 4 chaminés, feito com a utilização de 5.000 tijolos de barro comum, possuindo capacidade média de 20 m<sup>3</sup> de lenha e produção mínima de 40 mdc/mês.

Estima-se um rendimento médio em torno de 2 estéreos de lenha para 1 mdc. Existem 144 fornos, divididos em 8 fileiras de 18 fornos. O carvão é empilhado a céu aberto e coberto com lonas plásticas, após resfriado. A figura 15 mostra o aspecto dos fornos e de como é realizada a sua alimentação.

FIGURA 15 - Fornos de transformação de lenha em carvão



### 3.4 TAMANHO DE AMOSTRAS TESTADOS

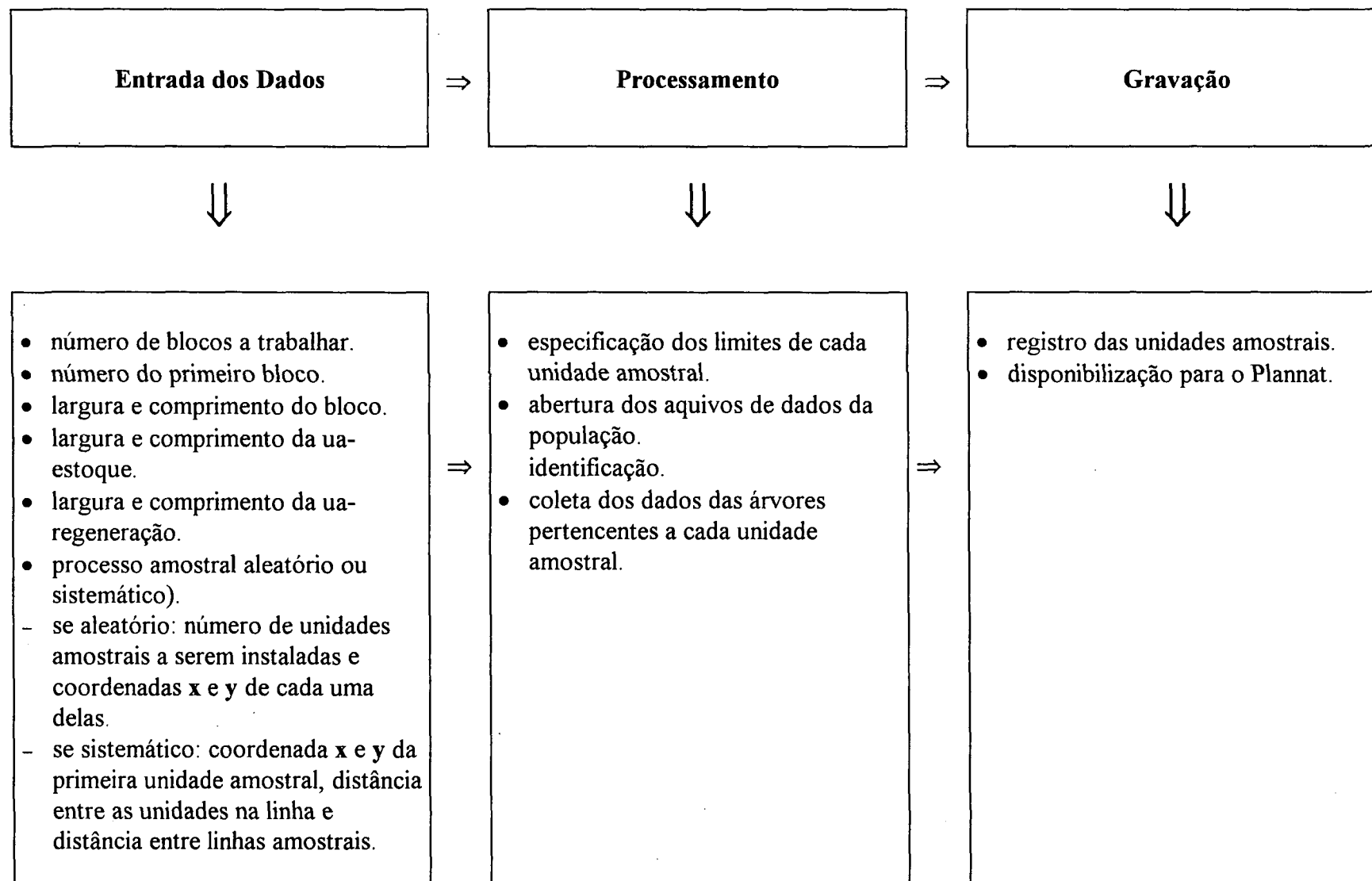
Foram testados 30 tamanhos de unidades de amostra, de forma retangular, com a largura fixa de 10 m. A seguir é apresentado as áreas testadas pelo programa simulador: 250, 300, 350, 400, 450 500, 550, 600, 650, 700, 750, 800, 850, 900, 950, 1000, 1100, 1200, 1300, 1400, 1600, 1800, 2000, 2200, 2400, 2600, 2800, 3000, 3500 e 4000 m<sup>2</sup>. O número de árvores (N) presentes na unidade de amostra (U.A) aumenta a medida que o tamanho da unidade amostral cresce.

### 3.5 SIMULADOR AMOSTRAL

Para se determinar o sistema amostral que minimiza o erro, dois programas foram utilizados. O primeiro foi o SUA - Simulador de Unidades Amostrais, desenvolvido com o objetivo de construir os 30 cenários amostrais testados nesta dissertação. Este programa permite simular inventários florestais dentro do seguinte contexto: dois processos amostrais, sistemático ou aleatório; unidades de amostra de área fixa, com tamanho variado; e intensidades amostrais variando em função da relação entre o tamanho do bloco e o tamanho da amostra.

- a) Tendo como base uma população florestal totalmente mensurada (enumeração completa) e mapeada através de um sistema cartesiano, o SUA permitiu testar dois processos amostrais (sistemático e aleatório), 30 tamanhos de amostra e 14 intensidades amostrais, gerando os cenários considerados. Sua lógica funcional é apresentada na figura 16.

FIGURA 16 - ESQUEMA DO PROGRAMA S.U.A. - SIMULADOR DE UNIDADES AMOSTRAIS





b) Entrada dos dados : o simulador solicita que o usuário informe:

- número de blocos a trabalhar e o primeiro bloco a ser considerado na simulação;
- características do bloco (largura e comprimento do bloco, largura e comprimento da unidade amostral para o estoque de crescimento e comercial, e largura e comprimento da unidade amostral para a regeneração);
- processo amostral a ser testado (aleatório ou sistemático);
- se o processo for aleatório: número de unidades amostrais a serem instaladas e coordenadas x e y de cada uma delas;
- se o processo for sistemático: coordenada x e y da primeira unidade amostral, distância entre as unidades na linha e distância entre linhas amostrais.

c) Processamento: com base nas informações especificadas pelo usuário e considerando a localização das árvores e dos limites das unidades amostrais nos blocos (sistema de coordenadas cartesianas), o simulador abre o arquivo de dados da população, localiza as árvores pertencentes a cada uma das unidades amostrais e constrói os arquivos com os dados dendrométricos.

d) Gravação dos resultados: cada uma das unidades amostrais montada torna-se um arquivo de dados. As árvores são caracterizadas quanto a: espécie, DAP, altura comercial, altura total e qualidade do tronco.

Uma vez construído cada conjunto de amostras pertinente a um determinado cenário, foi processado o inventário, utilizando-se do segundo programa, o sistema Plannat, versão 3.0, desenvolvido pela Silviconsult Engenharia.

A função principal deste sistema foi permitir a análise estatística das unidades amostrais obtidas pela simulação, com ao qual foi possível determinar a precisão da amostragem,

através da estimativa do erro padrão amostral, o desvio padrão, a média por unidade amostral e o coeficiente de variação, entre outras informações. O sistema Plannat também proporciona estimativas quanto ao estoque comercial da população e uma série de indicadores fitossociológicos, tais como a estrutura horizontal e vertical.

Neste trabalho foi testado apenas o processo amostral sistemático, por ser o processo amostral mais empregado na elaboração dos planos de manejo existentes para a região pré-amazônica, e não foram obtidas informações sobre a estrutura horizontal e vertical da floresta, embora o sistema permitisse, uma vez que não era seu objetivo.

Os resultados obtidos através das análises estatísticas de cada tamanho de unidade amostral testado, para cada bloco, encontram-se resumidos os Anexos 4 a 9. O programa SUA encontra-se no Anexo 17.

### **3.6 MODELOS UTILIZADOS PARA ESTIMAR O CV EM FUNÇÃO DA ÁREA AMOSTRAL**

Para ajustar a tendência gráfica do comportamento do CV foram testados 8 (oito) modelos de regressão. As expressões dos modelos, apresentadas no Quadro 8, foram escolhidas a partir da revisão bibliográfica. As equações 1, 2, 3, 4, 6, 7 e 8 foram sugeridas por SILVA (1977). Tem-se  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  e  $\beta_2$  como os parâmetros de parte sistemática do modelo e  $\varepsilon$  compondo a parte estocástica, o CV em porcentagem e a área da unidade amostral em m<sup>2</sup>.

Os cálculos para a obtenção dos coeficientes de cada função proposta foram realizados através do software *Statistica*, que é um programa de processamento de dados, compatível

com o software *Windows*, de propriedade da empresa *Microsoft*. Este programa além de fazer a análise de regressão, realiza a análise de variância para a obtenção do valor de F, e calcula o erro padrão da estimativa, bem como o coeficiente de determinação.

QUADRO 8 - MODELOS UTILIZADOS PARA A ESTIMATIVA DO CV EM FUNÇÃO DO TAMANHO DA UNIDADE AMOSTRAL

| EQUAÇÃO | MODELO  |
|---------|---|
| 1       | $\log CV = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{Área} + \beta_2 \frac{1}{\log(Área)} + \varepsilon$ |
| 2       | $CV = \beta_0 + \beta_1 Área + \beta_2 (Área)^2 + \varepsilon$                            |
| 3       | $\log CV = \beta_0 + \beta_1 \log(Área) + \beta_2 (Área) + \varepsilon$                   |
| 4       | $CV = \beta_0 + \beta_1 \log(Área) + \varepsilon$   |
| 5       | $\log CV = \beta_0 + \beta_1 \log(Área) + \varepsilon$                                    |
| 6       | $CV = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{Área} + \beta_2 Área + \varepsilon$                      |
| 7       | $\log CV = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{Área} + \varepsilon$                                |
| 8       | $\log CV = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{\log Área} + \varepsilon$                           |

### 3.7 MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DA UNIDADE AMOSTRAL IDEAL

Dois métodos foram utilizados para determinar o tamanho da unidade de amostra ideal para cada bloco. O primeiro método adotado foi um método visual, denominado de Método da Máxima Curvatura, que possui caráter subjetivo, porém tem sua aplicação prática citada por Silva (1977), que baseou-se nos estudos de SMITH (1938). O segundo método, denominado de Método Estatístico, foi desenvolvido para os fins desta pesquisa, parte da fórmula do coeficiente de variação e fundamenta-se na lógica de que um aumento tendendo ao infinito do tamanho da unidade amostral fará com que as estimativas feitas por esta

unidade de amostra tendam aos seus valores paramétricos. O ponto de estabilização do CV é determinado em função da área amostral.

### 3.7.1 MÉTODO DA MÁXIMA CURVATURA

SILVA (1977) descreve este método afirmando que o decréscimo do CV não é proporcional ao aumento da unidade, sendo pronunciado em um dado intervalo de área e pouco perceptível a partir de um certo instante quando se verifica o que se convencionou chamar de "máxima curvatura" do CV em relação ao tamanho da unidade amostral.

### 3.7.2 MÉTODO ESTATÍSTICO

Como este método foi desenvolvido para fins desta pesquisa, será apresentado a seguir o raciocínio lógico empregado para a obtenção dos objetivos pretendidos.

#### 3.7.2.1 Determinação do Ponto de Estabilização do Coeficiente de Variação.

A informação fornecida pelo número de unidades observacionais (árvores) presente em cada unidade amostral (U.A.) aumenta com o tamanho da U.A.. Assim, a medida que cresce a área observada, tornam-se mais acuradas as estimativas dos parâmetros das variáveis estudadas (média :  $\mu = E(x)$  e variância :  $\sigma^2 = E(x - \mu)^2$  ).

Sabe-se da Estatística Matemática que a média amostral,  $\bar{x}$ , e a variância amostral  $s^2$  são estimadores consistentes dos parâmetros  $\mu = E(x)$  e  $\sigma^2 = E(x - \mu)^2$ , respectivamente. Aqui trabalhou-se com as informações de cada variável (área transversal), somadas, por unidade amostral (área basal). A estatística  $\sum_{i=1}^n x_i$  é consistente para estimar o parâmetro  $n\mu$ , pois pela Desigualdade de Tchebychev (ROSS, 1991) tem-se:

#### Resultado 3.7.2:

Seja  $[x_1, x_2, \dots, x_n]$  a. aleatórios de uma distribuição qualquer com média  $\mu$  e variância  $\sigma^2$

então a estatística  $\sum_{i=1}^n x_i$  é consistente para estimar a quantidade  $n\mu$ .

**Prova :**

$$P(|\bar{x} - \mu| < \varepsilon) \geq 1 - \frac{V(\bar{x})}{\varepsilon^2} \quad \forall \varepsilon > 0$$

$$P(|\sum_{i=1}^n x_i - n\mu| < n\varepsilon) \geq 1 - \frac{V(\sum_{i=1}^n x_i)}{n^2 \varepsilon^2}$$

$$P(|\sum_{i=1}^n x_i - n\mu| < n\varepsilon) \geq 1 - \frac{n\sigma^2}{n^2 \varepsilon^2}$$

$$P(|\sum_{i=1}^n x_i - n\mu| < n\varepsilon) \geq 1 - \frac{\sigma^2}{n\varepsilon^2}$$

com limite quando  $n \rightarrow \infty$  dado por:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P(|\sum_{i=1}^n x_i - n\mu| < n\varepsilon) \geq \lim_{n \rightarrow \infty} 1 - \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\sigma^2}{n\varepsilon^2}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P(|\sum_{i=1}^n x_i - n\mu| < n\varepsilon) \geq 1 - 0$$

onde :

$E$  = esperança matemática

$\varepsilon$  = epsilon (um número positivo tão pequeno quanto se queira)

$n$  = n.º de árvores (unidades observacionais) presentes em cada unidade amostral

$V_{(x)}$  = variância de  $x$

$\mu$  = média paramétrica

$\sigma$  = variância paramétrica

Então, com probabilidade 1,  $\sum_{i=1}^n x_i \xrightarrow{n \rightarrow \infty} n\mu$ .

Conseqüentemente, o aumento do número de árvores na U.A. conduz a maior precisão nas estimativas.

Logo, para se determinar o ponto de estabilização do CV basta verificar a partir de onde não ocorrem trocas estatisticamente significativas nos valores de  $s^2$  e  $\bar{x}$ . Para isto fez-se uma análise que consiste das etapas:

a) teste F para testar a igualdade de variâncias duas a duas, cuja estatística é

$$F = \frac{S_k^2}{S_l^2} \sim F_{n_k-1, n_l-1}$$

neste teste a hipótese nula é:

$$H_{01} : \sigma_k^2 = \sigma_l^2 \quad \text{vs} \quad H_{11} : \sigma_k^2 > \sigma_l^2$$

onde:

$$k \neq l$$

$$k = 250m^2, 300m^2, \dots, 3.500m^2$$

$$l = 4.000m^2$$

b) teste "t" de Student, na versão adequada, para testar a igualdade das médias duas a duas. Deste modo, quando as variâncias eram distintas, aplicou-se o teste "t" na forma indicada por Aspin-Welch, conforme COSTA NETO (1977) ou seja, com estatística abaixo:

$$t = \frac{(\bar{x}_k - \bar{x}_l) - (\mu_k - \mu_l)}{\sqrt{\frac{S_k^2}{n_k} + \frac{S_l^2}{n_l}}} \sim t_v$$

onde v são os graus de liberdade, calculados através da fórmula :

$$v = \frac{(V_l + V_k)^2}{\left(\frac{V_l^2}{n_l - 1}\right) + \left(\frac{V_k^2}{n_k - 1}\right)}$$

e

$$V_l = \frac{S_l^2}{n_l} ; \quad V_k = \frac{S_k^2}{n_k}$$

Se as variâncias eram iguais, adotou-se a estatística na forma clássica:

$$t = \frac{(\bar{x}_l - \bar{x}_k) - (\mu_l - \mu_k)}{s_p \sqrt{\frac{1}{n_l} + \frac{1}{n_k}}} \sim t_{n_l + n_k - 2}$$

onde:

$$s_p^2 = \frac{(n_l - 1)s_l^2 + (n_k - 1)s_k^2}{n_l + n_k - 2}$$

é a variância conjunta,  $s_k^2$  e  $s_l^2$  são as variâncias das amostras  $k$  e  $l$ , com tamanhos  $n_k$  e  $n_l$  respectivamente.

A hipótese testada, para ambos os casos foi :

$$H_{02} : \mu_k = \mu_l \times H_{12} : \mu_k \neq \mu_l$$

A análise estatística com vista a determinação do "valor-p" para o teste  $t$  e "F" foi realizada utilizando-se um programa desenvolvido a partir do software *MINITAB*, o qual encontra-se no Anexo 18.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **4.1 IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES FLORESTAIS**

Foram identificadas, pelo nome comum, 138 espécies. Uma lista contendo os nomes vulgares científicos e suas famílias são listadas no Anexo 3.

### **4.2 VARIÁVEL ANALISADA**

Com o intuito de facilitar o alcance dos objetivos propostos decidiu-se que a análise dos dados seria feita a partir da variável dendrométrica Área Basal (G). A definição da escolha dessa variável foi feita com base na facilidade de medição em campo, pela inexistência de influência de outras variáveis sobre ela, e também porque pesquisas e trabalhos práticos mostram que esta variável é a medida dendrométrica menos suscetível a erros de medição. KULOW (1966) utilizou-se da área basal média por acre como parâmetro para comparação dos 144 métodos de amostragem que testou, que envolveram 6 tamanhos de amostra, 8 formas e 3 tipos de distribuição, em cada uma das três áreas florestais em que se realizou o estudo.

O cálculo da área basal por unidade de área (hectare) foi feito a partir da somatória das áreas transversais das árvores existentes nos diversos blocos, e, os resultados obtidos por bloco, são mostrados nos anexos 4 a 9.

Os cálculos foram realizados através do programa de processamento dos dados, denominado Plannat, o qual além de apresentar os resultados de G, reporta o número de árvores por amostra e hectare, informações estatísticas do desvio padrão (s), coeficiente de



variação (CV), erro padrão da média ( $\bar{sx}$ ) e limite de erro (LE). Esse programa propiciou a obtenção dos resultados estatísticos para as várias simulações de tamanhos amostrais obtidos pelo programa SUA, testados para cada bloco. Para tanto foram realizadas 30 (trinta) simulações com diferentes tamanhos amostrais, a partir de 250 m<sup>2</sup> até 4.000 m<sup>2</sup>. Esses resultados também podem ser observados nos anexos 4 a 9.

### 4.3 ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS

A partir dos resultados obtidos nas simulações de tamanho amostral foi definida a utilização do CV como elemento principal de análise dessas simulações, por ser a medida de variabilidade que maior influência sofre com relação ao tamanho da unidade amostral.

Conforme apresentado no item 3.6, foram testadas 8 equações, tendo como variável dependente o CV logaritimizado ou não, e como variável independente a área, trabalhada de diversas maneiras.

A escolha da equação mais adequada foi feita a partir dos resultados da análise estatística das regressões, obtidos através do processamento dos dados pelo programa *Statistica*.

O Quadro 9 a seguir apresenta os modelos considerados satisfatórios para estimar o CV para cada bloco.

Os principais resultados dessas funções são apresentados no Quadro 10. Para a obtenção dos mesmos, foram desenvolvidos trabalhos para a detecção dos maiores valores de R<sup>2</sup> (coeficiente de determinação); do teste F em uma Análise de Variância; e do menor erro padrão da estimativa. Os demais resultados encontram-se no Anexo 10.

QUADRO 9 - EQUAÇÕES SELECIONADAS PARA CADA BLOCO

| BLOCO | EQUAÇÃO | MODELO   |
|-------|---------|--|
| 1     | 1       | $\log CV = -0,539 - 152,698 \frac{1}{Área} + 7,535 \frac{1}{\log(Área)}$ |
| 2     | 5       | $\log CV = 3,395250 - 0,557726 \log Área$                                |
| 3     | 5       | $\log CV = 2,777829 - 0,308402 \log Área$                                |
| 4     | 7       | $\log CV = 1,67786 + 61,63640 \frac{1}{Área}$                            |
| 5     | 6       | $CV = 47,98 + 13.098,96 \frac{1}{Área} - 0,001Área$                      |
| 6     | 3       | $\log CV = 52,81 + 13865,51 \log (Área) - 0,01 (Área)$                   |

QUADRO 10 - RESULTADO DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS REGRESSÕES DAS EQUAÇÕES ESCOLHIDAS

| EQUAÇÕES | BLOCO | $R^2$      | F       | $S_{yx}\%$ |
|----------|-------|------------|---------|------------|
| 1        | 1     | 0.91121931 | 149.820 | 11.4695    |
| 5        | 2     | 0.96518239 | 804.910 | 6.7333     |
| 5        | 3     | 0.93809955 | 440.490 | 5.7185     |
| 7        | 4     | 0.88297073 | 219.800 | 4.9456     |
| 6        | 5     | 0.96041252 | 352.780 | 6.0685     |
| 3        | 6     | 0.92155328 | 171.340 | 4.5842     |

O problema de discrepância ao se comparar equações logarítmicas com equações não logarítmicas, foi contornado recalculando-se o erro padrão da estimativa de cada equação, através da fórmula :

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n - p}}$$

e

$$S_{yx\%} = \frac{S_{yx}}{\bar{Y}} \cdot 100$$

onde :

$Y_i$  = valor do CV da área basal, processado pelo programa SUA

$\hat{Y}_i$  = valor do CV estimado pela equação

$n$  = n.º de observações

$p$  = n.º de coeficientes da equação

$\bar{Y}$  = média

Com os resultados obtidos pela comparação foi definida a melhor equação para cada bloco amostral.

Pode-se observar que apesar de terem sido propostos 3 (três) modelos não logarítmicos, apenas 1 (um) apresentou resultado satisfatório (bloco 5), todos os demais são logarítmicos. Essas funções apresentam resultados semelhantes aos obtidos em outras pesquisas como as de SILVA (1980).

Foram elaborados diversos gráficos onde foi plotado o CV verdadeiro versus a área amostral e o CV estimado através das equações escolhidas para cada bloco e a área amostral. Os gráficos são apresentados nas figuras 17 a 22, a seguir. Pode-se observar em todos os gráficos a tendência de decréscimo do CV, o que confirma as afirmativas dos trabalhos de pesquisa sobre este assunto.

FIGURA 17 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DOS COEFICIENTES DE VARIAÇÃO  
EM RELAÇÃO ÀS ÁREAS AMOSTRAIS - BLOCO 1

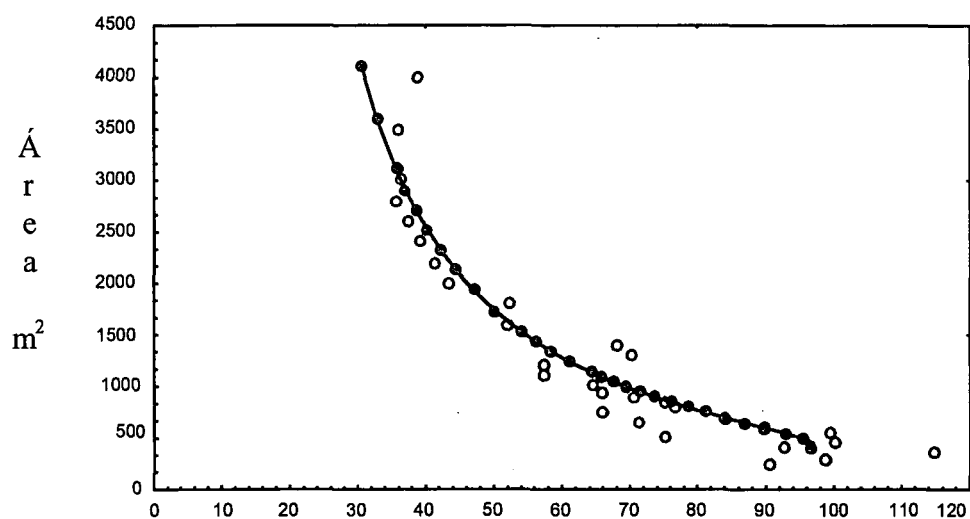


FIGURA 18 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DOS COEFICIENTES DE VARIAÇÃO  
EM RELAÇÃO ÀS ÁREAS AMOSTRAIS - BLOCO 2

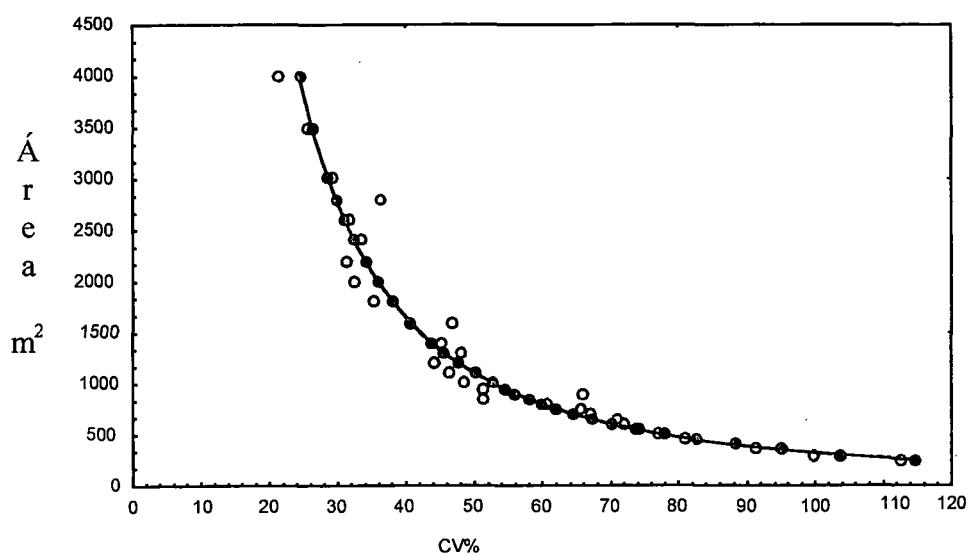


FIGURA 19 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DOS COEFICIENTES DE VARIAÇÃO  
EM RELAÇÃO ÀS ÁREAS AMOSTRAIS - BLOCO 3

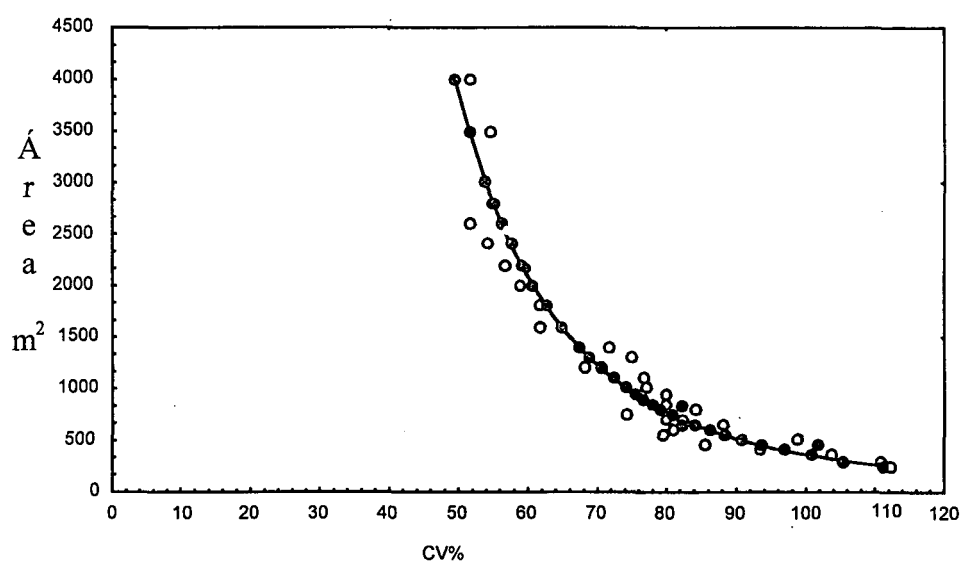


FIGURA 20 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DOS COEFICIENTES DE VARIAÇÃO  
EM RELAÇÃO ÀS ÁREAS AMOSTRAIS - BLOCO 4

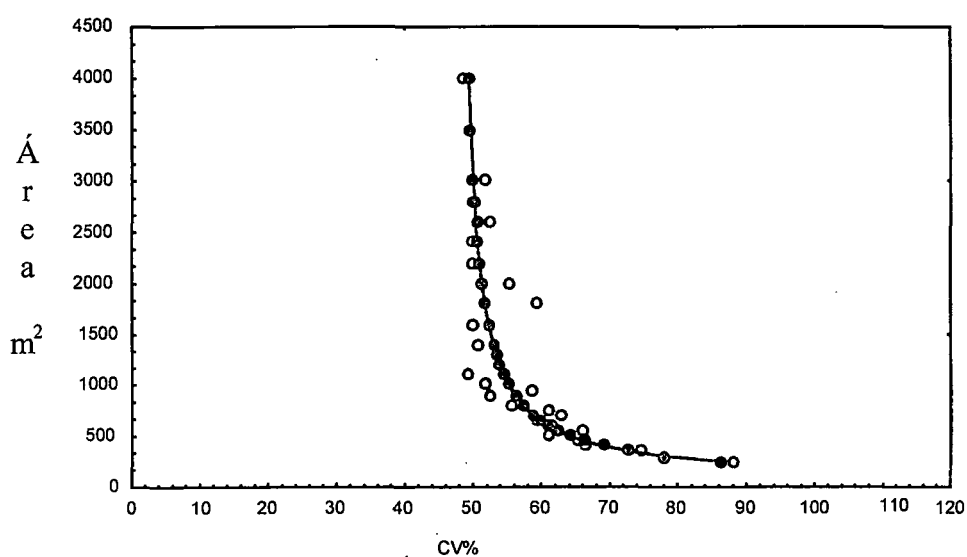


FIGURA 21 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DOS COEFICIENTES DE VARIAÇÃO  
EM RELAÇÃO ÀS ÁREAS AMOSTRAIS - BLOCO 5

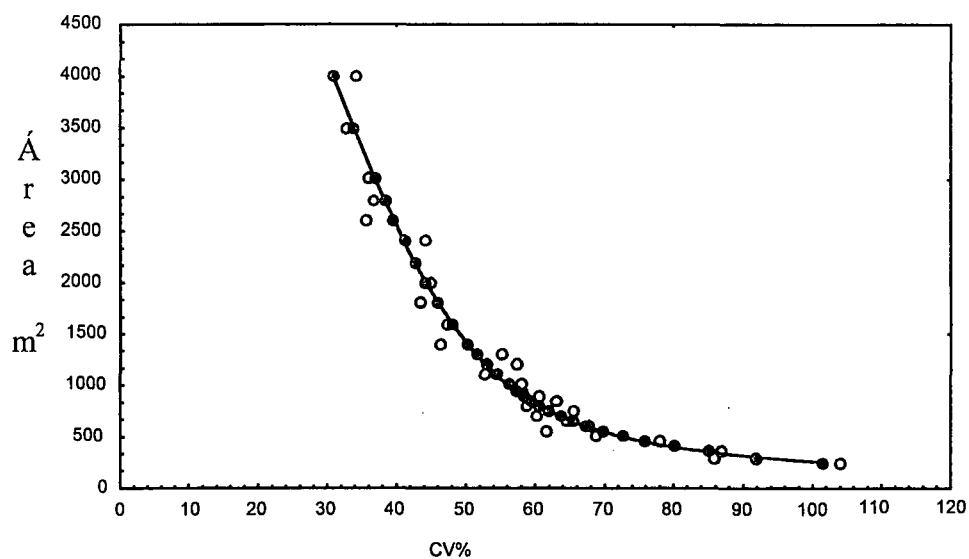
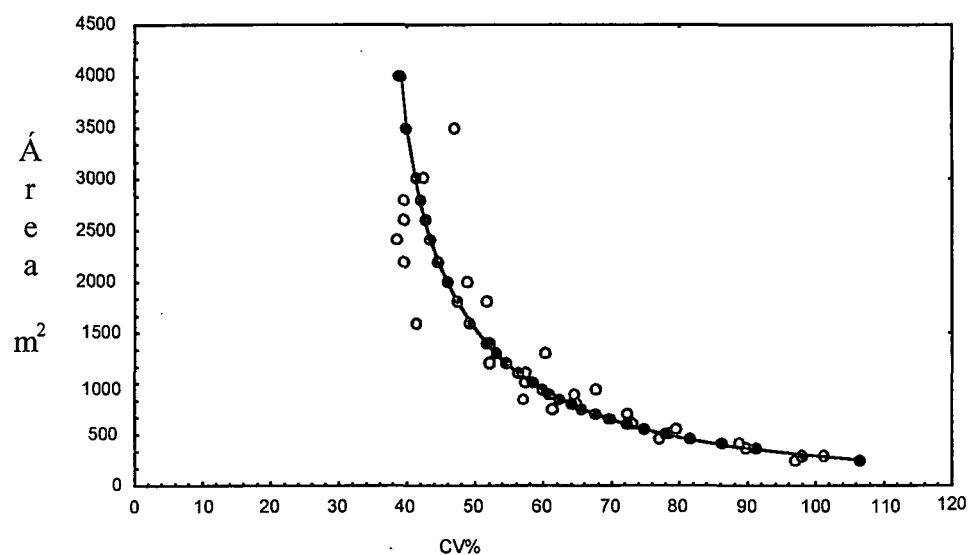


FIGURA 22 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DOS COEFICIENTES DE VARIAÇÃO  
EM RELAÇÃO ÀS ÁREAS AMOSTRAIS - BLOCO 6



#### **4.4 RESULTADOS OBTIDOS ATRAVÉS DOS MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DE UNIDADE AMOSTRAL IDEAL**

##### **4.4.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS ATRAVÉS DO MÉTODO DA MÁXIMA CURVATURA**

É possível observar através dos gráficos apresentados nas figuras 17 a 22, que nos blocos 1, 5 e 6, a linha de tendência do CV está caracterizada com um decréscimo menos acentuado, com a máxima curvatura próxima ao tamanho de 800 m<sup>2</sup> e o CV em torno de 60%.

O bloco 3 apresenta uma linha de tendência mais acentuada, onde a máxima curvatura encontra-se próxima ao tamanho de 500 m<sup>2</sup> e o CV em torno de 85%.

Os blocos 2 e 4 apresentaram as maiores discrepâncias nas linhas de tendência do CV em relação a área amostral. Apresentando os valores de área e CV, de 1.400 m<sup>2</sup>, 45% e, 500 m<sup>2</sup>, 62%, respectivamente, para os blocos 2 e 4.

Esse fato pode ser explicado, no bloco 2, pela grande dispersão dos pontos, o que propicia uma linha de tendência mais suave (figura 18). Por outro lado, no bloco 4, onde há uma maior concentração dos pontos, a linha de tendência é mais abrupta, como pode ser observado na figura 20.

Desse modo, as funções utilizadas caracterizaram as linhas de tendência do Coeficiente de Variação de cada bloco amostral, e mostram a redução do CV a medida que se aumenta o tamanho da amostra e também a existência de tendência de estabilização a partir de um determinado tamanho.

SILVA (1977) informa, que, apenas as observações através da máxima curvatura não podem levar a conclusões definitivas pois é um método subjetivo e falho.

#### 4.4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS ATRAVÉS DO PONTO DE ESTABILIZAÇÃO DO CV

Para se determinar o ponto de estabilização da linha de tendência (ponto onde o aumento da área de amostragem não traz contribuição significativa à redução do CV (precisão)), adotou-se o procedimento descrito no item 3.6.2 - Método Estatístico.

Para cada hipótese testada, registrou-se o valor-p da estatística. Fixou-se um valor de comparação de 5%, onde, o maior risco que se está disposto a correr ao rejeitar a hipótese nula é desta ordem. Observou-se que a flutuação maior se dava com a variância e uma estabilização nesta estatística implica numa estabilização do CV. Desta forma foi definido o valor crítico de 0.05. Os resultados iguais ou superiores a este valor indicavam que se havia chegado ao ponto de estabilização, ou seja, que não havia diferença estatisticamente significativa entre os valores analisados. Observa-se nos anexos 12, 14 e 15, a ocorrência de uma certa flutuação, com a redução deste valor nos tamanhos 500 m<sup>2</sup>, 1200 m<sup>2</sup> e 950 m<sup>2</sup>, respectivamente. Porém, estes valores foram considerados como "valores espúrios" uma vez que foram de encontro à tendência observada pela sequência dos resultados, que resultaram no Quadro 11 a seguir, o qual apresenta os resultados do ponto de estabilização do coeficiente de variação em relação a área amostral para cada bloco. Os resultados para todos os blocos e tamanhos de área amostral encontram-se nos Anexos 11 a 16.



QUADRO 11 - PONTOS DE ESTABILIZAÇÃO DO CV

| BLOCO | ÁREA EM M <sup>2</sup> | VALOR P TESTE F | VALOR P TESTE T |
|-------|------------------------|-----------------|-----------------|
| 1     | 950                    | 0,0701          | 1,0000          |
| 2     | 1800                   | 0,0744          | 0,8756          |
| 3     | 450                    | 0,0668          | 0,8823          |
| 4     | 400                    | 0,0873          | 0,6386          |
| 5     | 950                    | 0,0835          | 0,6404          |
| 6     | 750                    | 0,0552          | 0,7975          |

A análise desse Quadro mostra claramente a grande diferença entre o tamanho das unidades amostrais para cada bloco, principalmente quando se compara o bloco 2 com o bloco 4, que apresentam áreas de 1800 m<sup>2</sup> e 400 m<sup>2</sup> respectivamente. Essa discrepância pode ser explicada pelos diferentes níveis de intervenção realizados nos blocos, uma vez que a influência devido aos fatores naturais, tais como relevo e tipo de solo estão descartadas neste caso, por se encontrarem, todos os blocos, em condições semelhantes .

O Quadro 12 a seguir mostra para uma mesma unidade de área amostral, 1000 m<sup>2</sup>, nos diferentes blocos, os resultados de área basal (G) por hectare. Foi escolhido este tamanho por se aproximar da média dos tamanhos obtidos pelo método estatístico, que encontrou os valores extremos de 400 e 1800 m<sup>2</sup>, e também por ser utilizado em áreas de florestas nativas.

QUADRO 12 - RESULTADOS DE ÁREA BASAL (G) POR UNIDADE AMOSTRAL DE 1.000 M<sup>2</sup>

| BLOCO         | PONTO DE ESTABILIZAÇÃO | G/HA  |
|---------------|------------------------|-------|
| 1             | 950                    | 9,60  |
| 2             | 1800                   | 10,80 |
| 3             | 450                    | 12,50 |
| 4             | 400                    | 12,33 |
| 5             | 950                    | 9,10  |
| 6             | 750                    | 13,00 |
| média         | -                      | 11,22 |
| desvio padrão | -                      | 1,633 |
| variância     | -                      | 2,667 |

Os resultados do Quadro 12 mostram que há uma grande variação nos níveis de intervenção realizados durante a exploração florestal. Desse modo, os blocos 1 e 5 mostram um ponto de estabilização em 950 m<sup>2</sup>. Ao sobrepor os pontos mostrados nos gráficos das figuras 17 e 21, pode-se observar uma grande semelhança no comportamento da linha de tendência do CV, o que comprova haver sido adotado a mesma sistemática de intervenção.

Nos blocos 3 e 4 apesar de haver uma diferença no tamanho das unidades amostrais (450 e 400 m<sup>2</sup> respectivamente), observa-se que não há diferença significativa nas estimativas da área basal, o que sugere, também nesse caso, que o nível de intervenção seguiu a mesma metodologia.

O bloco 2 sofreu uma intervenção irregular o que pode ser observado pela alta heterogeneidade dos resultados, e que propiciou o ponto de estabilização na área amostral de 1800 m<sup>2</sup>.

O bloco 6 também apresenta valores que caracterizam irregularidade na sistemática de intervenção.

As evidências de irregularidade na sistemática de intervenção podem ser explicadas pela exploração seletiva efetuada nessa área, antes do plano de manejo, para a obtenção de matéria-prima para indústria de processamento primário (serraria). Desse modo o sistema de manejo conduzido nessas áreas buscou a homogeneização da estrutura da floresta, o que justifica as diferenças médias de G/ha, em cada bloco, obtidas nos resultados desta pesquisa.

#### **4.5 PLANO DE MANEJO ADOTADO**

Os sistemas de manejo florestal atualmente utilizados na Amazônia voltam-se, em sua maioria, para a produção de madeira destinada a indústria de base (serraria). Poucos são os exemplos de sistemas que visam a produção de biomassa (lenha), para transformação em carvão vegetal. Entre esses exemplos, encontra-se o desenvolvido pela Companhia Siderúrgica Vale do Pindaré, em áreas onde foi realizada esta pesquisa, que mostra-se perfeitamente adequado à produção de lenha para carvão vegetal, pois este sistema não produz efeitos ambientais significativos, e, por outro lado, tem uma resposta social bastante expressiva por empregar um grande número de pessoas, contribuindo para a redução do desemprego em uma região carente e pobre.

Os efeitos ambientais causados por este tipo de exploração não são expressivos se comparados às demais práticas de manejo empregadas na região. Isto ocorre porque a empresa emprega métodos não tradicionais de exploração da madeira. Desta forma, levando-se em consideração as restrições de uso do solo, sugeridas pelo laudo da EMBRAPA (1989), de que o solo da área possui elevada suscetibilidade à compactação pelo uso contínuo de

equipamentos pesados, adotou-se o uso de animais (mulas) para a retirada da lenha das áreas manejadas, ao contrário da retirada mecanizada adotada como regra na exploração florestal. Ainda considerando os levantamentos de solo realizados pela EMBRAPA (1989), que determinaram que o conteúdo orgânico proporcionado pelo reciclo de restos vegetais é o principal responsável pelo aumento da retenção e disponibilidade de água para a vegetação, e que o reciclo da vegetação natural têm importância fundamental na disponibilidade dos nutrientes, decidiu-se deixar toda a matéria originada dos galhos e folhas (serapilheira) na área de exploração. Outras práticas adotadas foram o uso de adequada orientação no corte das árvores, evitando danos nas árvores remanescentes; a construção de estradas, aceiros e trilhas de acordo com as características do relevo, a condução de inventários florestais pré-exploratórios, os quais fornecem todos os subsídios para planejar a apropriação dos recursos florestais, a elaboração de um esquema de prevenção e controle de incêndios florestais, com atividades simples, tais como a construção e manutenção de aceiros, vigilância nas épocas de maior perigo e orientação aos operários sobre as formas de se evitar queimadas nessas áreas.

Esse sistema é pioneiro para a região amazônica, e foi desenvolvido a partir de experiências práticas desenvolvidas em outras regiões do Brasil, como por exemplo o Estado de Minas Gerais e no próprio Estado do Maranhão, pela Florestas Rio Doce, no município de Buriticupu. A implantação desse sistema a nível comercial, em condições extremamente heterogêneas, tanto da tipologia florestal, como do clima, e, ainda da cultura da região, propiciou resultados satisfatórios, que possibilitam a aplicação desse sistema por outras empresas da região.

A avaliação ambiental do sistema mostra-se condizente com os níveis de intervenção (retirada de lenha) em todas as áreas sob regime de manejo. Pode-se observar que a floresta apresenta todas as condições de desenvolvimento, uma vez que a retirada das árvores no

intervalo entre 15 a 35 cm de DAP, deixam no campo, por consequência, as árvores inferiores a 15 cm e as superiores a 35 cm de DAP. As árvores inferiores a 15 cm de DAP, compõem a regeneração e o estoque de crescimento da floresta. Com a exploração, há uma abertura do dossel, e estas árvores que antes estavam na posição dominada, ou em competição por luz, encontram condições ideais para se desenvolver, e mais rapidamente ingressar naquele intervalo definido. As árvores superiores a 15 cm de DAP são as árvores adultas, portanto já produtoras de sementes. Este fato é importante para que haja uma constância no desenvolvimento da floresta, permitindo assim sua sustentabilidade, e possibilitando à empresa estimar um período de anos após o qual nova intervenção poderá ser realizada, obtendo-se o mesmo volume da primeira exploração.

O período de anos o qual é referenciado acima dependerá da capacidade de recuperação da floresta bem como da necessidade produtiva da empresa. O desenvolvimento da floresta bem como o seu incremento serão monitorados através de inventários periódicos e contínuos conforme previsto no item 3.3 deste trabalho. Estudos realizados na região Amazônica, por THIBAU (1986), confirmam a possibilidade de incrementos de até 250/300 st/ha em apenas 11 anos de regeneração.

Os resultados obtidos na simulação amostral mostram que a sistemática definida no Plano de Manejo da área onde foi instalada a pesquisa, é adequada aos objetivos da produção de madeira para carvão vegetal.

Pode-se observar que em todos os blocos, apesar dos níveis diferenciados de intervenção e das diferenças nas estimativas da área basal por hectare nos blocos, que a estrutura da floresta tende a ser de forma homogênea, com a existência de poucas áreas com "clareiras".

O sistema de exploração (corte e preparo), além da própria retirada da madeira com a utilização de animais mostraram-se eficientes, tanto em termos econômicos como pela minimização dos impactos ambientais dessas atividades.

As principais dificuldades para a implantação de um sistema de manejo em florestas tropicais tais como, ausência de uso da matéria prima, tendência de uso alternativo do solo, e, a falta de metodologia para a exploração florestal, foram superadas pela técnica adotada pela empresa Vale do Pindaré.

Desse modo, foi implantada toda a infra-estrutura necessária (estradas, casas, alojamentos, aceiros, entre outros); a heterogeneidade da floresta não influenciou porque não há relação de tipo de madeira a ser utilizada para a produção de carvão vegetal; o índice tecnológico é o desenvolvido pela empresa na produção de madeira; o aproveitamento da produção de matéria prima é total, pois o produto final é o carvão vegetal; não há tendência de uso alternativo do solo pela vinculação da área ao IBAMA como destinada exclusivamente ao manejo florestal; e, as normas para o manejo das áreas estão definidas e aprovadas pelo IBAMA no próprio Plano de Manejo Florestal protocolado naquela instituição.

A seguir é apresentado o Quadro 13, que contém um comparativo dos Custos referentes ao Manejo Florestal utilizado pela Cia. Siderúrgica Vale do Pindaré e outras empresas utilizadoras do Carvão Vegetal, e que desenvolvem outros tipos de Manejo em suas áreas.

QUADRO 13 - CUSTOS DE MANEJO FLORESTAL NA ATIVIDADE DE CARVOEJAMENTO, EM US\$/MDC.

| ATIVIDADE            | EMPRESAS          |                      |                                | MÉDIA |
|----------------------|-------------------|----------------------|--------------------------------|-------|
|                      | Vale do Pindaré * | Siderúrgica Vianna** | Outras da Região do Carajás*** |       |
| Exploração florestal | 10,10             | 11,20                | 11,30                          | 10,86 |
| Carvoejamento        | 2,56              | 2,82                 | 2,90                           | 2,76  |
| Carga + Transporte   | 1,98              | 2,03                 | 2,00                           | 2,00  |
| Acamação             | 0,79              | 0,80                 | 0,82                           | 0,80  |
| Subtotal             | 15,43             | 16,85                | 17,00                          | 16,42 |
| Administração (10%)  | 1,54              | 1,68                 | 1,70                           | 1,64  |
| TOTAL                | 16,97             | 18,53                | 18,70                          | 18,06 |

\* Custos diretos, não incluídos custos fundiários e infra-estrutura. Distância de transporte considerada de 120 Km, sendo 100 Km em estrada de terra.

\*\* Fonte : Del Rey Serviços de Engenharia Ltda.

\*\*\* Fonte : SUPS. IBAMA Maranhão e Pará.

A atividade de produção de carvão vegetal realizada da maneira descrita no item 3.3 da Metodologia, tem um custo médio de US\$ 16,97/metro de carvão (mdc). Neste custo incluem-se as operações de manejo florestal com vistas a produção sustentada, os custos de administração, exploração, carga e transporte. O custo de exploração florestal é o que mais contribui para este valor, uma vez que os 2 estéreis de lenha que necessitam para produzir 1 mdc custam US\$ 10,10. A operação de carvoejamento tem um custo unitário médio em torno de US\$ 2,56/mdc. A carga e o transporte perfazem ainda US\$ 1,98/mdc.

Em relação a empresa Cia. Siderúrgica Vianna, que tem sede em Açailândia e é a que se encontra mais próxima da Siderúrgica Vale do Pindaré, observa-se que os resultados do manejo são mais eficientes, de maneira geral, em 8,4 %. Em relação à média das empresas da

região do Carajás, o resultado amplia-se para 9,3%, o que demonstra que o Manejo Florestal adotado apresenta um desempenho que pode ser considerado adequado às características da região.

Da mesma forma ao se comparar com a média geral para a área do Projeto Grande Carajás, a diferença do custo total do manejo florestal continua sendo positiva para a empresa pesquisada, pois seu resultado final é 6,0 % menor.



## 5 CONCLUSÕES

As áreas florestais sob regime de exploração devem propiciar o máximo de produção e o mínimo de impactos ambientais. Esse pressuposto só pode ser entendido a partir do conceito de manejo florestal onde, a exploração deve ser realizada de forma a obter benefícios econômicos e sociais, respeitando-se os mecanismos de auto-sustentação da área florestal objeto do manejo.

Esse conceito tem sido emitido por diversas instituições governamentais e não governamentais, além de pesquisadores, como a forma mais adequada de se conduzir o processo de apropriação do recurso natural renovável - madeira.

Foi com base nesse conceito e com o objetivo geral de se obter a forma mais adequada de monitorar os planos de manejo em florestas tropicais úmidas que foi conduzida essa pesquisa, a qual permite concluir que:

- a) Para todos os blocos testados, o Coeficiente de Variação decresceu a medida em que se aumentou a área da unidade amostral, confirmando as diversas pesquisas neste sentido, como SINGH (1974) e SMITH (1938), entre outras;
- b) a grande variabilidade nos níveis de intervenção (exploração florestal) em cada bloco impediu a possibilidade de obtenção de uma única função para estimar o CV% em função do tamanho da unidade amostral;
- c) os resultados obtidos do tamanho amostral ideal para cada bloco confirmam as informações bibliográficas de que há uma correlação direta entre o nível de intervenção e a área amostral necessária, para estimar com uma precisão aceitável, a área basal por unidade de área;

- d) os melhores tamanhos de unidades amostrais para esse tipo de manejo estão entre 400 e 1800 m<sup>2</sup>, sendo que o tamanho de 1800 m<sup>2</sup> pode ser utilizado para qualquer nível de intervenção, pois os resultados de G para o bloco 2 (dois) são os que mais se aproximam da média geral de G para os 6 (seis) blocos pesquisados;
- e) O tamanho de unidade amostral de 1 ha, exigido pela Ordem de Serviço n.º 037/94 do IBAMA - Superintendência do Maranhão, é muito superior ao tamanho necessário para se estimar com eficiência as informações para o monitoramento dos Planos de Manejo sob Regime de Rendimento Sustentado, uma vez que os resultados encontrados variaram entre unidades de amostra de 0,04 e 0,18 ha.
- f) o programa SUA - Simulador de Unidades Amostrais, desenvolvido especialmente com o intuito de realizar a simulação dos 30 tamanhos amostrais testados neste trabalho mostrou-se eficiente, e demonstra potencial para ser utilizado em outras pesquisas com fins semelhantes a esta. o sistema de manejo florestal conduzido na área de pesquisa apresenta resultados satisfatórios em termos da produção de lenha necessária à obtenção de carvão vegetal para a usina siderúrgica. A grande utilização de mão-de-obra no preparo das áreas e na exploração florestal, e a adoção de transporte do material (lenha) através de animais, propiciam resultados sociais e ambientais significativos;
- g) a grande utilização de mão-de-obra no preparo das áreas a serem manejadas e na exploração florestal além da adoção do sistema de transporte do material (lenha) com animais, propiciam resultados sociais e ambientais significativos;
- h) ao se comparar variados planos de manejo conduzidos na região, conclui-se que o sistema adotado pela empresa estudada é eficiente e propicia resultados econômicos que viabilizam sua utilização na produção de carvão vegetal.

## **6 RECOMENDAÇÕES**

As conclusões anteriormente mencionadas permitem recomendar, para áreas semelhantes a pesquisada, as seguintes informações:

- a) A utilização da Área Basal (G) como variável principal na determinação do tamanho adequado de amostra para o monitoramento de planos de manejo em florestas tropicais é perfeitamente aceitável, porque essa variável apresenta a grande vantagem da facilidade de obtenção além de minimizar os erros de medição;
- b) a metodologia adotada na coleta de informações, a forma de processamento e o programa de simulação de tamanhos amostrais desenvolvido especificamente para esta pesquisa propiciou a obtenção dos resultados necessários a comprovação dos melhores tamanhos, mesmo com a existência de diferentes níveis de intervenção em cada bloco;
- c) os resultados estatísticos das funções de regressão mostraram que essas funções são adequadas para estimar os valores do CV, pois além de apresentarem valores expressivos de  $R^2$ , as estimativas do erro padrão da média resultaram em valores aceitáveis aos objetivos da pesquisa;
- d) o coeficiente de variação mostrou-se eficiente na avaliação do adequado tamanho amostral para monitorar o sistema de manejo utilizado na produção de madeira com vistas ao produto final carvão vegetal;
- e) esta pesquisa propiciou a coleta de uma grande quantidade de informações muitas das quais não utilizadas neste trabalho, mas que deverão servir de base a trabalhos futuros e ao próprio monitoramento da evolução do plano de manejo em regime de produção sustentada de matéria-prima para carvão vegetal, e também poderão servir de base para

o desenvolvimento de novas simulações com vistas ao uso adequado dos recursos naturais daquela região do Estado do Maranhão;

- f) recomenda-se o desenvolvimento de outras pesquisas procurando englobar os resultados obtidos do manejo florestal com a produção de carvão vegetal e de gusa, identificando as respostas sociais e ambientais que esses sistemas trazem para a região.

## ANEXOS

|   |     |
|---|-----|
| ANEXO 1 - FIGURA 20 - FICHA DE CAMPO DAS ÁRVORES ABAIXO DE 15 CM DE DAP.....  | 93  |
| ANEXO 2 - FIGURA 21 - FICHA DE CAMPO DAS ÁRVORES ACIMA DE 15 CM DE DAP.....   | 94  |
| ANEXO 3 - QUADRO 14 - NOMES VULGARES, NOMES CIENTÍFICOS E FAMÍLIAS<br>ENCONTRADAS NA ÁREA EXPERIMENTAL.....             | 95  |
| ANEXO 4 - QUADRO 15 - RESULTADOS DA SIMULAÇÃO PARA O BLOCO 1.....   | 101 |
| ANEXO 5 - QUADRO 16 - RESULTADOS DA SIMULAÇÃO PARA O BLOCO 2.....   | 102 |
| ANEXO 6 - QUADRO 17 - RESULTADOS DA SIMULAÇÃO PARA O BLOCO 3.....   | 103 |
| ANEXO 7 - QUADRO 18 - RESULTADOS DA SIMULAÇÃO PARA O BLOCO 4.....   | 104 |
| ANEXO 8 - QUADRO 19 - RESULTADOS DA SIMULAÇÃO PARA O BLOCO 5.....   | 105 |
| ANEXO 9 - QUADRO 20 - RESULTADOS DA SIMULAÇÃO PARA O BLOCO 6.....   | 106 |
| ANEXO 10 - QUADRO 21 - RESULTADOS DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS REGRESSÕES....   | 107 |
| ANEXO 11 - QUADRO 22 - PONTO DE ESTABILIZAÇÃO DA CURVA DE TENDÊNCIA<br>PARA O BLOCO 1.....                              | 108 |
| ANEXO 12 - QUADRO 23 - PONTO DE ESTABILIZAÇÃO DA CURVA DE TENDÊNCIA<br>PARA O BLOCO 2.....                              | 109 |
| ANEXO 13 - QUADRO 24 - PONTO DE ESTABILIZAÇÃO DA CURVA DE TENDÊNCIA<br>PARA O BLOCO 3.....                              | 110 |
| ANEXO 14 - QUADRO 25 - PONTO DE ESTABILIZAÇÃO DA CURVA TENDÊNCIA<br>PARA O BLOCO 4.....                                 | 111 |
| ANEXO 15 - QUADRO 26 - PONTO DE ESTABILIZAÇÃO DA CURVA TENDÊNCIA<br>PARA O BLOCO 5.....                                 | 112 |
| ANEXO 16 - QUADRO 27 - PONTO DE ESTABILIZAÇÃO DA CURVA DE TENDÊNCIA<br>PARA O BLOCO 6.....                              | 113 |
| ANEXO 17 - PROGRAMA SIMULADOR   | 114 |
| ANEXO 18 - PROGRAMA DE ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA DETERMINAÇÃO<br>DO VALOR-P PARA O TESTE <i>T</i> E TESTE <i>F</i> ..... | 121 |





## ANEXO 3

QUADRO 14 - NOMES VULGARES, NOMES CIENTÍFICOS E FAMÍLIAS  
ENCONTRADAS NA ÁREA EXPERIMENTAL

| Nº | NOME VULGAR    | NOME CIENTÍFICO                        | FAMÍLIA          |
|----|----------------|--|------------------|
| 1  | Axixá          | <i>Sterculia pilosa</i> Ducke          | STERCULIACEAE    |
| 2  | Açoita cavalo  | <i>Luehea speciosa</i> Willd           | TILIACEAE        |
| 3  | Amarelão       | <i>Apuleia molaris</i> Spruce et Benth | LEGUMINOSAE      |
| 4  | Amescla        | <i>Trattinickia burserifolia</i>       | BURCERACEAE      |
| 5  | Amesclão       | <i>Protium sp.</i>                     | BURCERACEAE      |
| 6  | Andiroba       | <i>Carapa guianensis</i> Aubl          | MELIACEAE        |
| 7  | Angico branco  | <i>Piptadenia peregrina</i> Beth.      | LEGUMINOSAE      |
| 8  | Angico preto   | <i>Anadenanthera macrocarpa</i> Benth- | MIMOSACEAE       |
| 9  | Araça          | <i>Psidium sp.</i>                     | MYRTACEAE        |
| 10 | Ata preta      | <i>Guatteria</i>                       | ANNONACEAE       |
| 11 | Ata ameju      | <i>Rollinnia curionaides</i>           | ANNONACEAE       |
| 12 | Atraca         | não identificada                       | não identificada |
| 13 | Bacaba         | <i>Oenocarpus bacaba</i> Mart.         | Não identificada |
| 14 | Bacuri bravo   | <i>Moronobea candida</i> Ducke         | GUTTIFERA        |
| 15 | Bálsamo        | <i>Myroxylon balsamum</i>              | FABACEA          |
| 16 | Barriguda      | <i>Ceiba pubiflora</i>                 | BOMBACACEA       |
| 17 | Barrote        | não identificada                       | não identificada |
| 18 | Birro          | não identificada                       | não identificada |
| 19 | Braúna preta   | <i>Melanoxylon brauna</i> Schott       | CAESALPINACEA    |
| 20 | Bruto          | não identificada                       | ANNONACEAE       |
| 21 | Burangica      | <i>Rinoria sp.</i>                     | VIOLACEAE        |
| 22 | Burra leiteira | <i>Sapium marmieri</i>                 | EUPHORBIACEAE    |
| 23 | Cacau bravo    | <i>Theobroma silvestre</i>             | ETERCULIACEAE    |
| 24 | Café bravo     | <i>Isertia sp.</i>                     | RUBIACEAE        |

(continua)



## ANEXO 3

QUADRO 14 - NOMES VULGARES, NOMES CIENTÍFICOS E FAMÍLIAS  
ENCONTRADAS NA ÁREA EXPERIMENTAL

(continuação)

| Nº | NOME VULGAR     | NOME CIENTÍFICO                        | FAMÍLIA          |
|----|-----------------|--|------------------|
| 25 | Calumbi da mata | <i>Mimosa malacocentra</i>             | MIMOSACEAE       |
| 26 | Camurim         | não identificada                       | não identificada |
| 27 | Caneleiro       | <i>Ocotea pulchella</i> Mart.          | LAURACEAE        |
| 28 | Canudo          | não identificada                       | CAESALPINACEAE   |
| 29 | Capoeiro        | <i>Sterculia pruriens</i> (Aubl.)      | STERCULIACEA     |
| 30 | Casca seca      | <i>Pouteria laurifolia</i>             | SAPOTACEAE       |
| 31 | Catuaba branca  | <i>Eriotheca candolleana</i>           | BOMBACACEAE      |
| 32 | Catuaba preta   | não identificada                       | não identificada |
| 33 | Cedrarana       | <i>Cedrelinga cateniformis</i>         | MIMOSACEAE       |
| 34 | Cedro           | <i>C. Huberi</i> Ducke                 | MELIACEAS        |
| 35 | Conduru         | <i>Brosimum gaudichaudii</i> Trec.     | MORACEAE         |
| 36 | Conduru branco  | <i>Brosimum</i> spp.                   | MORACEAE         |
| 37 | Conduru preto   | <i>Brosimum</i> spp.                   | MORACEAE         |
| 38 | Conduru roxo    | <i>Brosimum</i> spp.                   | MORACEAE         |
| 39 | Conduru bravo   | <i>Brosimum</i> spp.                   | MORACEAE         |
| 40 | Copaíba         | <i>Copaifera cf. langsdorffii</i>      | CAESALPINACEAE   |
| 41 | Corante bravo   | não identificada                       | não identificada |
| 42 | Cravinho        | <i>Dicypellium caryophyllatum</i> Nees | LAURACEAE        |
| 43 | Cumaru          | <i>Dipteryx odorata</i> Aubl           | FABACEAE         |
| 44 | Embireiro       | <i>Apuba</i> sp.                       | STERCULIACEAE    |
| 45 | Estopeira       | <i>Pithecelobium acacinioides</i>      | MIMOSACEAE       |
| 46 | Fava de Paca    | não identificada                       | não identificada |
| 47 | Faveira         | <i>Parkia vatairea</i>                 | MIMOSACEAE       |
| 48 | Feijão bravo    | <i>Centrosema venosum</i> -            | LEGUMINOSA       |
| 49 | Folha de Serra  | <i>cf. Soraceae</i>                    | MORACEAE         |

(continua)

## ANEXO 3

QUADRO 14 - NOMES VULGARES, NOMES CIENTÍFICOS E FAMÍLIAS  
ENCONTRADAS NA ÁREA EXPERIMENTAL

(continuação)

| Nº | NOME VULGAR         | NOME CIENTÍFICO                      | FAMÍLIA          |
|----|---------------------|--------------------------------------|------------------|
| 50 | Folha larga         | não identificada                     | EUPHORBIACEAE    |
| 51 | Gema de Ovo         | <i>Apuleia leiocarpa</i> -           | LEGUMINOSA       |
| 52 | Girola              | não identificada                     | não identificada |
| 53 | Goiaba araca        | <i>Psidium Guajava</i> L.            | MYRTACEAE        |
| 54 | Goiabão             | <i>Eugenia brachypole</i>            | MYRTACEAE        |
| 55 | Grão de galo        | <i>Cordia nodosa</i> Lam.            | BORAGINACEAE     |
| 56 | Guabiraba/Guabiroba | <i>Eugenia conjuncta</i>             | MYRTACEAE        |
| 57 | Imbiriba            | <i>Xilopia</i> sp.                   | ANNONACEAE       |
| 58 | Ingá                | <i>Inga</i> sp.                      | MIMOSACEAE       |
| 59 | Ingarana            | <i>Pithecolobium</i> sp. Ducke Huber | MIMOSACEAE       |
| 60 | Inharé              | <i>Brosium gaudichaudii</i> Trec.-   | MORACEAE         |
| 61 | Inharé branco       | <i>Brosium</i> sp.                   | MORACEA          |
| 62 | Inharé vermelho     | <i>Brosium rubescens</i> .           | MORACEA          |
| 63 | Inhaíba             | não identificada                     | LECYTHIDACEAE    |
| 64 | Ipê amarelo         | <i>Tabebuia</i> sp.                  | BIGNONIACEAE     |
| 65 | Ipê branco          | <i>Tabebuia</i> sp.                  | BIGNONIACEAE     |
| 66 | Ipê roxo            | <i>Tabebuia</i> sp.                  | BIGNONIACEAE     |
| 67 | Ipê sapucaia        | não identificada                     | EUPHORBIACEAE    |
| 68 | Jacaranda           | <i>Dalbergia</i> sp.                 | FABACEAE         |
| 69 | Jangada             | <i>Ochroma pyramidale</i>            | BOMBACACEAE      |
| 70 | Jangada roxa        | não identificada                     | não identificada |
| 71 | Jarana              | <i>Holopyxidium jarana</i> Ducke     | LECYTHIDACEAE    |
| 72 | Jatobá              | <i>Hymenaea courbaril</i>            | CAESALPINIACEAE  |
| 73 | Juruparana          | <i>Gustavia</i> sp.                  | LECYTHIDACEAE    |
| 74 | Lacre               | <i>Vismia guianensis</i> (Aubl.)     | GUTTIFERA CHOISY |

(continua)

## ANEXO 3

QUADRO 14 - NOMES VULGARES, NOMES CIENTÍFICOS E FAMÍLIAS  
ENCONTRADAS NA ÁREA EXPERIMENTAL

(continuação)

| Nº | NOME VULGAR    | NOME CIENTÍFICO                          | FAMÍLIA                      |
|----|----------------|--|------------------------------|
| 75 | Limão bravo    | <i>Zanthoxylon</i>                       | CF. RUTACEAE                 |
| 76 | Limãozinho     | <i>Xylosma sp.</i>                       | FLACOURTIACEAE               |
| 77 | Louro          | <i>Aioua spp.</i> , <i>Aniba spp</i>     | LAURACEAE                    |
| 78 | Louro amarelo  | <i>Aniba hostmsnisns</i> (Nees)          | LAURACEAE                    |
| 79 | Louro canela   | <i>Licaria canela</i>                    | LAURACEAE                    |
| 80 | Louro preto    | <i>Dicypelium manausense</i> W. Rodr.    | LAURACEAE                    |
| 81 | Louro vermelho | <i>Nectandra rubra</i> (Mez) Ck. Allen   | LAURACEAE                    |
| 82 | Maçaranduba    | <i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Standley | SAPOTACEAE                   |
| 83 | Macacaúba      | <i>Platymiscium</i> Ducke Huber          | LEGUMINOSAE<br>PAPILIONIDAE  |
| 84 | Mamaluco       | <i>Eugenia sp.</i>                       | MYRTACEAE                    |
| 85 | Mamoninha      | <i>Bellucia sp.</i>                      | MELASTOMATACEAE              |
| 86 | Mamoí          | <i>Jacaratia spinosa</i>                 | CARICARACEAE                 |
| 87 | Mandiocão      | <i>Didymopanax morototonii</i> (Aubl.)   | DENE ET PLANCH<br>ARALIACEAE |
| 88 | Manga brava    | <i>Lafoensia dacari</i> St. Hil.         | LYTHRACEAE                   |
| 89 | Marfim         | <i>Agonandra brasiliensis</i> Miers      | OLACACEA                     |
| 90 | Maria preta    | <i>Tapirira guianensis</i> Aubl.         | ANACARIDACEAE                |
| 91 | Marmelada      | <i>Alibertia edulis</i> A. Rich.         | RUBIACEAE                    |
| 92 | Marupá         | <i>Simaruba amara</i> Aubl.              | SIMARUBACEAE                 |
| 93 | Mata calado    | <i>Patrisia acuminata</i> Eichl.         | FLACOURTIACEAE               |
| 94 | Melancieiro    | <i>Alexa grandiflora</i> Ducke           | LEGUMINOSA                   |
| 95 | Mirindiba      | <i>Buchenavia grandis</i> Ducke          | COMBRETACEA                  |
| 96 | Mororó         | <i>Bauhinia macrostachya</i> .           | CAESALPINIACEAE              |
| 97 | Mororó branco  | <i>Bauhinia sp.-</i>                     |                              |
| 98 | Mororó preto   | <i>Bauhinia sp.</i>                      | CAESALPINIACEAE              |
| 99 | Morototó       | <i>Didymopanax sp.</i>                   | ARALIACEAE                   |

(continua)

## ANEXO 3

QUADRO 14 - NOMES VULGARES, NOMES CIENTÍFICOS E FAMÍLIAS  
ENCONTRADAS NA ÁREA EXPERIMENTAL

(continuação)

| Nº  | NOME VULGAR          | NOME CIENTÍFICO                                | FAMÍLIA                         |
|-----|----------------------|--|---------------------------------|
| 100 | Morototó de leite    | não identificada                               | não identificada                |
| 101 | Morototó sete folhas | não identificada                               | não identificada                |
| 102 | Muiracatiara         | <i>Astronium gracile</i> Engl.                 | ANACARDIACEAE                   |
| 103 | Murici da mata       | <i>Byrsonima densa</i> .                       | MALPIGHIACEAE                   |
| 104 | Murta preta          | <i>Eugenia patrisii</i> -                      | MYRTACEAE                       |
| 105 | Mutamba preta        | <i>Guasuma ulmifolia</i> Lam.                  | STERCULIACEAE                   |
| 106 | Não identificada     | não identificada                               | não identificada                |
| 107 | Oitica               | <i>Licania sclerophylla</i> Mart.              | ROSACEA                         |
| 108 | Ochi                 | não identificada                               | não identificada                |
| 109 | Paparaura            | não identificada                               | não identificada                |
| 110 | Pati                 | <i>Syagrus</i> sp.                             | não identificada                |
| 111 | Pau brasil           | não identificada                               | FABACEAE                        |
| 112 | Pau piranha          | não identificada                               | não identificada                |
| 113 | Pau roxo             | <i>Peltogyne</i> spp.                          | CAESALPINOIDAE                  |
| 114 | Pau santo            | cf. <i>Soraceae</i>                            | MORACEAE                        |
| 115 | Pente de macaco      | <i>Apeiba echinata</i> var. <i>macropetala</i> | TILIACEAE                       |
| 116 | Pequi                | <i>Caryocar villosum</i>                       | CARYOCARACEA                    |
| 117 | Periquiteira         | <i>Cochlosperma</i>                            | ORANOCENSE<br>BIXACEAE          |
| 118 | Pinho bravo          | não identificada                               | não identificada                |
| 119 | Pitomba de leite     | <i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk        | SAPOTACEAE                      |
| 120 | Pitomba de macaco    | <i>Talisia esculenta</i>                       | SAPINDACEAE                     |
| 121 | Pituruna             | <i>Guarea</i> sp.                              | MELIACEAE                       |
| 122 | Quebra bucho         | não identificada                               | não identificada                |
| 123 | Quina                | <i>Quassia amara</i> Aubl. Contarea            | SIMARUBACEA/HEXA<br>NDRA RUBIAL |
| 124 | Quineiro             | não identificada                               | não identificada                |

(continua)

## ANEXO 3

QUADRO 14 - NOMES VULGARES, NOMES CIENTÍFICOS E FAMÍLIAS  
ENCONTRADAS NA ÁREA EXPERIMENTAL

(conclusão)

| Nº  | NOME VULGAR     | NOME CIENTIFICO                 | FAMÍLIA        |
|-----|-----------------|---------------------------------|----------------|
| 125 | Sabonete        | <i>Sapindus saponaria</i> L.    | SAPINDACEAE    |
| 126 | Sacupemba       | <i>Sloanea monosperma</i> Vell. | ELAEOCAPRACEAE |
| 127 | São manuel      | não identificada                | EUPHORBIACEAE  |
| 128 | Sapucaia        | <i>Lecythis</i> sp.             | LECYTHIDACEAS  |
| 129 | Sucupira        | <i>Aspidosperma</i> sp.         | APOCYNACEAE    |
| 130 | Tatajuba        | <i>Bagassa guianensis</i>       | MORACEAE       |
| 131 | Tauari          | <i>Couratari</i> spp.           | LECYTHIDACEAE  |
| 132 | Taúba           | <i>Chlorophora tinctoris</i>    | MORACEAE       |
| 133 | Tachi           | <i>Sclerolobium</i> sp.         | LEGUMINOSAE    |
| 134 | Tuturubá        | <i>Lacunaria</i> sp.            | QUIRINACEAE    |
| 135 | Violeto         | <i>Peltogyne catinae</i>        | LEGUMINOSAE    |
| 136 | Virola          | <i>Virola surinamensis</i>      | MYRSITIDACEAE  |
| 137 | Guajará bolacha | <i>Neoxythece</i> spp.          | SAPOTACEAE     |
| 138 | Umbaca          | não identificada                | MYRTACEAE      |

## ANEXO 4

QUADRO 15 - RESULTADOS DA SIMULAÇÃO PARA O BLOCO 1

| Área | G/ua   | G/ha    | N/n   | N/ha | s     | cv%    | s    | LE    | UA |
|------|--------|---------|-------|------|-------|--------|------|-------|----|
| 250  | 0,2361 | 9,4442  | 2,95  | 118  | 8,53  | 90,32  | 0,86 | 8,42  | 98 |
| 300  | 0,2951 | 9,8356  | 3,24  | 108  | 9,69  | 98,52  | 1,06 | 9,79  | 84 |
| 350  | 0,3715 | 10,6150 | 3,47  | 99   | 12,16 | 114,60 | 1,39 | 11,50 | 77 |
| 400  | 0,3940 | 9,8499  | 4,04  | 101  | 9,12  | 92,59  | 1,09 | 9,51  | 70 |
| 450  | 0,4639 | 10,3090 | 4,37  | 97   | 10,33 | 100,20 | 1,30 | 10,80 | 63 |
| 500  | 0,5267 | 10,5350 | 4,90  | 98   | 7,90  | 74,99  | 1,06 | 8,62  | 56 |
| 550  | 0,6098 | 11,0880 | 5,06  | 92   | 11,03 | 99,48  | 1,58 | 12,50 | 49 |
| 600  | 0,6164 | 10,2730 | 5,64  | 94   | 9,21  | 89,65  | 1,32 | 10,70 | 49 |
| 650  | 0,6743 | 10,3740 | 6,70  | 103  | 7,40  | 71,33  | 1,14 | 9,66  | 42 |
| 700  | 0,6938 | 9,9118  | 6,37  | 91   | 7,08  | 71,43  | 1,09 | 9,21  | 42 |
| 750  | 0,7444 | 9,9256  | 6,83  | 91   | 6,54  | 65,89  | 1,01 | 8,05  | 42 |
| 800  | 0,7863 | 9,8292  | 7,28  | 91   | 7,54  | 76,71  | 1,28 | 11,20 | 35 |
| 850  | 0,9025 | 10,6180 | 7,65  | 90   | 7,97  | 75,06  | 1,35 | 10,60 | 35 |
| 900  | 0,9533 | 10,5920 | 8,10  | 90   | 7,46  | 70,43  | 1,26 | 9,46  | 35 |
| 950  | 0,8967 | 9,4385  | 7,98  | 84   | 6,22  | 65,90  | 1,17 | 11,20 | 28 |
| 1000 | 0,9567 | 9,5666  | 8,80  | 88   | 6,18  | 64,60  | 1,17 | 10,60 | 28 |
| 1100 | 1,0821 | 9,8375  | 8,91  | 81   | 5,63  | 57,23  | 1,06 | 8,80  | 28 |
| 1200 | 1,2502 | 10,4180 | 9,84  | 82   | 5,98  | 57,40  | 1,13 | 8,16  | 28 |
| 1300 | 1,3706 | 10,5430 | 10,92 | 84   | 7,40  | 70,19  | 1,62 | 13,70 | 21 |
| 1400 | 1,4968 | 10,6920 | 13,16 | 94   | 7,28  | 68,09  | 1,59 | 12,60 | 21 |
| 1600 | 1,6372 | 10,2330 | 13,60 | 85   | 5,32  | 51,99  | 0,97 | 2,49  | 30 |
| 1800 | 1,6695 | 9,2748  | 14,22 | 79   | 4,86  | 52,40  | 1,09 | 8,23  | 20 |
| 2000 | 2,0018 | 10,0090 | 16,00 | 80   | 4,36  | 43,56  | 0,97 | 5,78  | 20 |
| 2200 | 2,2748 | 10,3400 | 18,48 | 84   | 4,29  | 41,49  | 0,96 | 4,27  | 20 |
| 2400 | 2,4366 | 10,1530 | 18,24 | 76   | 3,99  | 39,30  | 0,89 | 2,33  | 20 |
| 2600 | 2,6752 | 10,2890 | 20,54 | 79   | 3,84  | 37,32  | 1,21 | 11,30 | 10 |
| 2800 | 2,9857 | 10,6630 | 22,40 | 80   | 3,81  | 35,73  | 1,21 | 10,40 | 10 |
| 3000 | 3,2645 | 10,8820 | 24,00 | 80   | 3,95  | 36,30  | 1,25 | 10,00 | 10 |
| 3500 | 3,6960 | 10,5600 | 27,65 | 79   | 3,79  | 35,89  | 1,20 | 8,60  | 10 |
| 4000 | 3,9918 | 9,9794  | 30,80 | 77   | 3,88  | 38,88  | 1,23 | 7,60  | 10 |

Área = área em m<sup>2</sup>; G/ua= área basal/unidade de amostra; G/ha = área basal por ha; N/n = n° de árvores por unidade de amostra; N/ha = n° de árvores por hectare; s= desvio padrao por ha; cv% = coeficiente de variação; sx= erro padrão; LE = Limite de erro admissível; UA = n° de unidades de amostra necessárias para estimar a população.

## ANEXO 5

QUADRO 16 - RESULTADO DAS SIMULAÇÕES PARA O BLOCO 2

| Área | g/ua   | G/ha    | N/ua  | N/ha | s     | cv%    | sx   | LE    | UA |
|------|--------|---------|-------|------|-------|--------|------|-------|----|
| 250  | 0,2768 | 11,0726 | 3,48  | 139  | 12,46 | 112,53 | 1,26 | 10,50 | 98 |
| 300  | 0,3224 | 10,7461 | 3,72  | 124  | 10,73 | 99,85  | 1,17 | 9,92  | 84 |
| 350  | 0,3828 | 10,9372 | 4,31  | 123  | 9,99  | 91,34  | 1,14 | 9,14  | 77 |
| 400  | 0,4196 | 10,4890 | 4,68  | 117  | 9,61  | 91,62  | 1,15 | 9,41  | 70 |
| 450  | 0,5011 | 11,1359 | 4,86  | 108  | 9,00  | 80,82  | 1,13 | 8,68  | 63 |
| 500  | 0,5527 | 11,0533 | 5,50  | 110  | 8,50  | 76,90  | 1,14 | 8,84  | 56 |
| 550  | 0,5862 | 10,6589 | 5,94  | 108  | 7,91  | 74,21  | 1,13 | 9,34  | 49 |
| 600  | 0,6516 | 10,8605 | 6,60  | 110  | 7,80  | 71,82  | 1,11 | 8,56  | 49 |
| 650  | 0,7096 | 10,9170 | 6,83  | 105  | 7,75  | 70,99  | 1,20 | 9,61  | 42 |
| 700  | 0,7496 | 10,7089 | 7,07  | 101  | 7,16  | 66,86  | 1,11 | 8,62  | 42 |
| 750  | 0,8298 | 11,0636 | 7,95  | 106  | 7,24  | 65,44  | 1,12 | 8,00  | 42 |
| 800  | 0,8364 | 10,4549 | 8,24  | 103  | 6,32  | 60,45  | 1,07 | 8,86  | 35 |
| 850  | 0,9075 | 10,6768 | 8,93  | 105  | 5,49  | 51,42  | 0,93 | 7,23  | 35 |
| 900  | 0,9768 | 10,8534 | 9,54  | 106  | 7,16  | 65,97  | 1,21 | 8,87  | 35 |
| 950  | 0,9916 | 10,4382 | 9,79  | 103  | 5,36  | 51,35  | 1,01 | 8,72  | 28 |
| 1000 | 1,0792 | 10,7924 | 10,30 | 103  | 5,23  | 48,46  | 0,99 | 7,98  | 28 |
| 1100 | 1,1601 | 10,5467 | 11,11 | 101  | 4,90  | 46,46  | 0,93 | 7,14  | 28 |
| 1200 | 1,2370 | 10,3081 | 12,12 | 101  | 4,55  | 44,14  | 0,86 | 6,27  | 28 |
| 1300 | 1,4081 | 10,8316 | 13,91 | 107  | 5,21  | 48,10  | 1,14 | 9,37  | 21 |
| 1400 | 1,5614 | 11,1530 | 13,86 | 99   | 5,03  | 45,10  | 1,10 | 8,37  | 21 |
| 1600 | 1,6311 | 10,1945 | 15,36 | 96   | 4,77  | 46,79  | 0,87 | 2,24  | 30 |
| 1800 | 1,8265 | 10,1470 | 17,28 | 96   | 3,59  | 35,38  | 0,80 | 5,56  | 20 |
| 2000 | 2,0848 | 10,4238 | 19,60 | 98   | 3,37  | 32,33  | 0,75 | 4,29  | 20 |
| 2200 | 2,2705 | 10,3205 | 20,90 | 95   | 3,22  | 31,20  | 0,72 | 3,21  | 20 |
| 2400 | 2,4431 | 10,1796 | 22,80 | 95   | 3,40  | 33,40  | 0,76 | 1,98  | 20 |
| 2600 | 2,7532 | 10,5893 | 23,92 | 92   | 3,36  | 31,73  | 1,06 | 9,62  | 10 |
| 2800 | 3,0615 | 10,9341 | 26,04 | 93   | 3,98  | 36,40  | 1,26 | 10,60 | 10 |
| 3000 | 3,3833 | 11,2777 | 27,60 | 92   | 3,31  | 29,35  | 1,05 | 8,12  | 10 |
| 3500 | 3,7908 | 10,8307 | 31,85 | 91   | 2,79  | 25,76  | 0,88 | 6,17  | 10 |
| 4000 | 4,1655 | 10,4138 | 38,00 | 95   | 2,24  | 21,51  | 0,71 | 4,21  | 10 |

Área = área em m<sup>2</sup>; G/ua= área basal/unidade de amostra; G/ha = área basal por ha; N/n = n° de árvores por unidade de amostra; N/ha = n° de árvores por hectare; s= desvio padrao por ha; cv% = coeficiente de variação; sx= erro padrão; LE = Limite de erro admissível; UA = n° de unidades de amostra necessárias para estimar a população.

## ANEXO 6

QUADRO 17 - RESULTADO DAS SIMULAÇÕES PARA O BLOCO 3

| Área | G/ua   | G/ha    | N/ua  | N/ha | s     | cv%    | s    | LE    | UA |
|------|--------|---------|-------|------|-------|--------|------|-------|----|
| 250  | 0,3224 | 12,8972 | 3,30  | 153  | 14,45 | 112,04 | 1,17 | 10,44 | 98 |
| 300  | 0,3995 | 13,3159 | 4,32  | 144  | 14,73 | 110,62 | 1,29 | 10,99 | 84 |
| 350  | 0,4604 | 13,1538 | 5,11  | 146  | 13,63 | 103,62 | 1,24 | 10,37 | 77 |
| 400  | 0,4961 | 12,4037 | 5,40  | 135  | 11,59 | 93,44  | 1,11 | 9,59  | 70 |
| 450  | 0,5421 | 12,0464 | 5,94  | 132  | 10,29 | 85,42  | 1,04 | 9,18  | 63 |
| 500  | 0,6585 | 13,1691 | 6,40  | 128  | 12,99 | 98,64  | 1,39 | 11,34 | 56 |
| 550  | 0,6972 | 12,6764 | 6,77  | 123  | 10,06 | 79,36  | 1,15 | 9,98  | 49 |
| 600  | 0,7733 | 12,8879 | 7,26  | 121  | 10,34 | 80,23  | 1,18 | 9,64  | 49 |
| 650  | 0,7925 | 12,1921 | 7,74  | 119  | 10,74 | 88,09  | 1,33 | 11,92 | 42 |
| 700  | 0,8934 | 12,7633 | 8,33  | 119  | 10,18 | 79,76  | 1,26 | 10,29 | 42 |
| 750  | 0,9362 | 12,4831 | 8,78  | 117  | 9,26  | 74,18  | 1,14 | 9,07  | 42 |
| 800  | 0,9786 | 12,2328 | 9,60  | 120  | 10,30 | 84,20  | 1,39 | 12,34 | 35 |
| 850  | 1,0977 | 12,9146 | 9,78  | 115  | 10,28 | 79,60  | 1,39 | 11,19 | 35 |
| 900  | 1,1284 | 12,5376 | 10,53 | 117  | 9,58  | 76,41  | 1,30 | 10,27 | 35 |
| 950  | 1,1969 | 12,5986 | 11,02 | 116  | 10,06 | 79,85  | 1,52 | 13,55 | 28 |
| 1000 | 1,2489 | 12,4886 | 11,90 | 119  | 9,60  | 76,87  | 1,45 | 12,65 | 28 |
| 1100 | 1,4108 | 12,8255 | 12,87 | 117  | 9,80  | 76,41  | 1,48 | 11,75 | 28 |
| 1200 | 1,5696 | 13,0799 | 13,92 | 116  | 8,91  | 68,12  | 1,35 | 9,68  | 28 |
| 1300 | 1,6196 | 12,4582 | 14,82 | 114  | 9,31  | 74,73  | 1,63 | 14,56 | 21 |
| 1400 | 1,7136 | 12,2403 | 15,68 | 112  | 8,78  | 71,73  | 1,53 | 13,31 | 21 |
| 1600 | 1,9806 | 12,3785 | 17,92 | 112  | 7,64  | 61,72  | 1,12 | 2,95  | 30 |
| 1800 | 2,3276 | 12,9309 | 20,88 | 116  | 7,99  | 61,79  | 1,43 | 9,71  | 20 |
| 2000 | 2,5068 | 12,534  | 22,00 | 110  | 7,38  | 58,88  | 1,32 | 7,82  | 20 |
| 2200 | 2,6763 | 12,165  | 23,76 | 108  | 6,90  | 56,72  | 1,24 | 5,83  | 20 |
| 2400 | 2,9589 | 12,3288 | 26,40 | 110  | 6,66  | 54,02  | 1,19 | 3,21  | 20 |
| 2600 | 3,1252 | 12,0202 | 28,60 | 110  | 6,20  | 51,58  | 1,57 | 15,63 | 10 |
| 2800 | 3,414  | 12,1929 | 29,96 | 107  | 6,75  | 55,36  | 1,71 | 16,06 | 10 |
| 3000 | 3,643  | 12,1433 | 31,80 | 106  | 6,51  | 53,61  | 1,65 | 14,83 | 10 |
| 3500 | 4,4232 | 12,6378 | 37,80 | 108  | 6,88  | 54,44  | 1,74 | 13,04 | 10 |
| 4000 | 4,9952 | 12,4879 | 43,20 | 108  | 6,46  | 51,73  | 1,64 | 10,12 | 10 |

Área = área em m<sup>2</sup>; G/ua= área basal/unidade de amostra; G/ha = área basal por ha; N/n = n° de árvores por unidade de amostra; N/ha = n° de árvores por hectare; s= desvio padrao por ha; cv% = coeficiente de variação; sx= erro padrão; LE = Limite de erro admissível; UA = n° de unidades de amostra necessárias para estimar a população.



## ANEXO 7

QUADRO 18 - RESULTADO DAS SIMULAÇÕES PARA O BLOCO 4

| Área | G/ua   | G/ha    | N/n   | N/ha | s     | cv%   | s    | LE    | UA |
|------|--------|---------|-------|------|-------|-------|------|-------|----|
| 250  | 0,3081 | 12,3255 | 4,23  | 169  | 10,86 | 88,11 | 1,29 | 8,21  | 98 |
| 300  | 0,3523 | 11,7428 | 4,71  | 157  | 9,15  | 77,92 | 1,18 | 7,74  | 84 |
| 350  | 0,4401 | 12,5748 | 5,25  | 150  | 9,00  | 74,53 | 1,26 | 7,46  | 77 |
| 400  | 0,5009 | 12,5227 | 6,28  | 157  | 8,28  | 66,12 | 1,16 | 6,79  | 70 |
| 450  | 0,5438 | 12,0840 | 6,75  | 150  | 7,88  | 65,21 | 1,17 | 7,01  | 63 |
| 500  | 0,5655 | 11,3105 | 6,80  | 136  | 6,87  | 60,74 | 1,08 | 6,98  | 56 |
| 550  | 0,6406 | 11,6470 | 7,48  | 136  | 7,68  | 65,94 | 1,29 | 8,30  | 49 |
| 600  | 0,7006 | 11,6765 | 8,10  | 135  | 7,16  | 61,32 | 1,20 | 7,31  | 49 |
| 650  | 0,8071 | 12,4176 | 9,23  | 142  | 7,35  | 59,19 | 1,33 | 8,01  | 42 |
| 700  | 0,8199 | 11,7130 | 9,45  | 135  | 7,33  | 62,58 | 1,33 | 8,07  | 42 |
| 750  | 0,9253 | 12,3380 | 10,50 | 140  | 7,52  | 60,95 | 1,37 | 7,45  | 42 |
| 800  | 0,9692 | 12,1152 | 11,36 | 142  | 6,73  | 55,55 | 1,34 | 8,14  | 35 |
| 850  | 1,0027 | 11,7959 | 11,56 | 136  | 6,45  | 54,68 | 1,28 | 7,69  | 35 |
| 900  | 1,1117 | 12,3518 | 12,42 | 138  | 6,46  | 52,30 | 1,28 | 7,03  | 35 |
| 950  | 1,1156 | 11,7436 | 12,45 | 131  | 6,87  | 58,50 | 1,53 | 9,93  | 28 |
| 1000 | 1,2369 | 12,3689 | 13,70 | 137  | 6,37  | 51,50 | 1,42 | 8,48  | 28 |
| 1100 | 1,2913 | 11,7395 | 14,08 | 128  | 5,75  | 48,98 | 1,28 | 7,53  | 28 |
| 1200 | 1,4156 | 11,7965 | 15,72 | 131  | 6,33  | 53,66 | 1,41 | 7,63  | 28 |
| 1300 | 1,5397 | 11,8441 | 16,64 | 128  | 6,32  | 53,36 | 1,62 | 10,40 | 21 |
| 1400 | 1,6572 | 11,8369 | 17,92 | 128  | 5,98  | 50,52 | 1,53 | 9,38  | 21 |
| 1600 | 1,8633 | 11,6456 | 19,68 | 123  | 5,81  | 49,89 | 1,25 | 2,39  | 30 |
| 1800 | 1,9916 | 11,0642 | 20,70 | 115  | 6,55  | 59,20 | 1,72 | 9,30  | 20 |
| 2000 | 2,2463 | 11,2317 | 23,80 | 119  | 6,21  | 55,29 | 1,63 | 7,34  | 20 |
| 2200 | 2,4953 | 11,3423 | 26,40 | 120  | 5,67  | 49,99 | 1,49 | 5,14  | 20 |
| 2400 | 2,7946 | 11,6442 | 28,80 | 120  | 5,80  | 49,81 | 1,52 | 2,96  | 20 |
| 2600 | 3,1772 | 12,2199 | 33,80 | 130  | 6,38  | 52,21 | 2,37 | 15,80 | 10 |
| 2800 | 3,3403 | 11,9295 | 35,00 | 125  | 5,96  | 49,96 | 2,22 | 14,50 | 10 |
| 3000 | 3,4629 | 11,5429 | 36,00 | 120  | 5,97  | 51,72 | 2,22 | 14,30 | 10 |
| 3500 | 3,8378 | 10,9653 | 40,25 | 115  | 5,43  | 49,52 | 2,02 | 11,90 | 10 |
| 4000 | 4,4856 | 11,2140 | 45,60 | 114  | 5,45  | 48,6  | 2,03 | 9,51  | 10 |

Área = área em m<sup>2</sup>; G/ua= área basal/unidade de amostra; G/ha = área basal por ha; N/n = n° de árvores por unidade de amostra; N/ha = n° de árvores por hectare; s= desvio padrão por ha; cv% = coeficiente de variação; sx= erro padrão; LE = Limite de erro admissível; UA = n° de unidades de amostra necessárias para estimar a população.

## ANEXO 8

## QUADRO 19 - RESULTADO DAS SIMULAÇÕES PARA O BLOCO 5

| Área | G/ua   | G/ha    | N/n   | N/ha | s    | cv%    | s    | LE    | UA |
|------|--------|---------|-------|------|------|--------|------|-------|----|
| 250  | 0,2269 | 9,0769  | 2,95  | 118  | 9,44 | 104,00 | 0,95 | 9,69  | 98 |
| 300  | 0,2986 | 9,9522  | 3,54  | 118  | 8,53 | 85,71  | 0,93 | 8,52  | 84 |
| 350  | 0,3453 | 9,8652  | 4,03  | 115  | 8,56 | 86,77  | 0,98 | 8,69  | 77 |
| 400  | 0,4120 | 10,2990 | 4,44  | 111  | 8,98 | 87,19  | 1,07 | 8,95  | 70 |
| 450  | 0,4309 | 9,5745  | 4,73  | 105  | 7,47 | 78,02  | 0,94 | 8,38  | 63 |
| 500  | 0,4841 | 9,6816  | 5,01  | 102  | 6,66 | 68,79  | 0,89 | 7,91  | 56 |
| 550  | 0,5083 | 9,2425  | 5,83  | 106  | 5,71 | 61,78  | 0,82 | 7,77  | 49 |
| 600  | 0,5513 | 9,1876  | 5,82  | 97   | 6,22 | 67,70  | 0,89 | 8,07  | 49 |
| 650  | 0,6136 | 9,4401  | 6,70  | 103  | 6,07 | 64,30  | 0,94 | 8,70  | 42 |
| 700  | 0,6727 | 9,6106  | 6,79  | 97   | 5,80 | 60,35  | 0,89 | 7,78  | 42 |
| 750  | 0,7485 | 9,9801  | 7,05  | 94   | 6,53 | 65,43  | 1,01 | 8,00  | 42 |
| 800  | 0,7653 | 9,5667  | 7,36  | 92   | 5,63 | 58,85  | 0,95 | 8,62  | 35 |
| 850  | 0,8732 | 10,2730 | 8,59  | 101  | 6,48 | 63,08  | 1,09 | 8,87  | 35 |
| 900  | 0,9255 | 10,2830 | 8,73  | 97   | 6,24 | 60,68  | 1,05 | 8,15  | 35 |
| 950  | 0,8110 | 8,537   | 8,65  | 91   | 4,96 | 58,10  | 0,94 | 9,86  | 28 |
| 1000 | 0,9110 | 9,1097  | 9,20  | 92   | 5,28 | 57,96  | 1,00 | 9,54  | 28 |
| 1100 | 1,0385 | 9,4408  | 10,01 | 91   | 4,98 | 52,75  | 0,94 | 8,11  | 28 |
| 1200 | 1,1903 | 9,9195  | 11,16 | 93   | 5,67 | 57,16  | 1,07 | 8,12  | 28 |
| 1300 | 1,1551 | 8,8853  | 11,57 | 89   | 4,91 | 55,26  | 1,07 | 10,80 | 21 |
| 1400 | 1,3182 | 9,4156  | 12,88 | 92   | 4,35 | 46,20  | 0,95 | 8,57  | 21 |
| 1600 | 1,5625 | 9,7659  | 14,40 | 90   | 4,63 | 47,41  | 0,84 | 2,27  | 30 |
| 1800 | 1,7257 | 9,5872  | 16,02 | 89   | 4,18 | 43,60  | 0,93 | 6,85  | 20 |
| 2000 | 1,8733 | 9,3666  | 17,80 | 89   | 4,20 | 44,84  | 0,94 | 5,96  | 20 |
| 2200 | 2,1385 | 9,7203  | 18,92 | 86   | 4,17 | 42,90  | 0,93 | 4,41  | 20 |
| 2400 | 2,3391 | 9,7461  | 21,36 | 89   | 4,30 | 44,12  | 0,96 | 2,62  | 20 |
| 2600 | 2,6623 | 10,2400 | 22,88 | 88   | 3,63 | 35,45  | 1,15 | 10,70 | 10 |
| 2800 | 2,8863 | 10,3080 | 26,04 | 93   | 3,78 | 36,67  | 1,19 | 10,60 | 10 |
| 3000 | 3,0888 | 10,2960 | 27,30 | 91   | 3,72 | 36,13  | 1,18 | 9,99  | 10 |
| 3500 | 3,4297 | 9,7991  | 31,15 | 89   | 3,22 | 32,86  | 1,02 | 7,87  | 10 |
| 4000 | 3,7408 | 9,3521  | 34,80 | 87   | 3,19 | 34,11  | 1,01 | 6,67  | 10 |

Área = área em m<sup>2</sup>; G/ua = área basal/unidade de amostra; G/ha = área basal por ha; N/n = n° de árvores por unidade de amostra; N/ha = n° de árvores por hectare; s = desvio padrão por ha; cv% = coeficiente de variação; sx = erro padrão; LE = Limite de erro admissível; UA = n° de unidades de amostra necessárias para estimar a população.

## ANEXO 9

## QUADRO 20 - RESULTADO DAS SIMULAÇÕES PARA O BLOCO 6

| Área | G/ua   | G/ha    | N/n   | N/ha | s     | cv%    | s    | LE    | UA |
|------|--------|---------|-------|------|-------|--------|------|-------|----|
| 250  | 0,3438 | 13,7526 | 3,53  | 141  | 13,30 | 97,00  | 1,35 | 9,04  | 98 |
| 300  | 0,4150 | 13,8323 | 4,17  | 139  | 14,00 | 101,14 | 1,53 | 10,05 | 84 |
| 350  | 0,4566 | 13,0464 | 4,41  | 126  | 11,70 | 89,91  | 1,34 | 9,00  | 77 |
| 400  | 0,5368 | 13,4192 | 4,72  | 118  | 11,90 | 88,53  | 1,42 | 9,09  | 70 |
| 450  | 0,5832 | 12,9603 | 5,22  | 116  | 9,96  | 76,85  | 1,26 | 8,26  | 63 |
| 500  | 0,6854 | 13,7082 | 5,90  | 118  | 10,80 | 78,42  | 1,44 | 9,02  | 56 |
| 550  | 0,7236 | 13,1556 | 6,27  | 114  | 10,50 | 79,51  | 1,49 | 10,00 | 49 |
| 600  | 0,8461 | 14,1020 | 7,02  | 117  | 10,30 | 73,11  | 1,47 | 8,72  | 49 |
| 650  | 0,8036 | 12,3630 | 6,31  | 97   | 8,57  | 69,32  | 1,32 | 9,38  | 42 |
| 700  | 0,9199 | 13,1408 | 7,49  | 107  | 9,51  | 72,37  | 1,47 | 9,33  | 42 |
| 750  | 1,0036 | 13,3812 | 7,80  | 104  | 8,20  | 61,28  | 1,27 | 7,49  | 42 |
| 800  | 0,9861 | 12,3260 | 7,84  | 98   | 7,97  | 64,66  | 1,35 | 9,48  | 35 |
| 850  | 1,0619 | 12,4934 | 9,01  | 106  | 7,11  | 56,91  | 1,20 | 8,00  | 35 |
| 900  | 1,1292 | 12,5466 | 8,91  | 99   | 8,08  | 64,40  | 1,37 | 8,65  | 35 |
| 950  | 1,1924 | 12,5517 | 9,41  | 99   | 8,50  | 67,72  | 0,61 | 11,49 | 28 |
| 1000 | 1,3013 | 13,0132 | 9,80  | 98   | 7,48  | 57,48  | 1,41 | 9,46  | 28 |
| 1100 | 1,4484 | 13,1675 | 11,00 | 100  | 7,57  | 57,49  | 1,43 | 8,84  | 28 |
| 1200 | 1,5872 | 13,2268 | 12,00 | 100  | 6,87  | 51,94  | 1,30 | 7,38  | 28 |
| 1300 | 1,5406 | 11,8509 | 12,22 | 94   | 7,12  | 60,08  | 1,55 | 11,71 | 21 |
| 1400 | 1,7679 | 12,6275 | 12,60 | 90   | 6,56  | 51,95  | 1,43 | 9,64  | 21 |
| 1600 | 2,1517 | 13,4480 | 15,36 | 96   | 5,55  | 41,27  | 0,01 | 1,97  | 30 |
| 1800 | 2,3699 | 13,1660 | 17,10 | 95   | 6,82  | 51,80  | 1,52 | 8,14  | 20 |
| 2000 | 2,5519 | 12,7594 | 18,40 | 92   | 6,21  | 48,67  | 1,39 | 6,46  | 20 |
| 2200 | 2,8759 | 13,0721 | 19,80 | 90   | 5,17  | 39,55  | 1,16 | 4,07  | 20 |
| 2400 | 3,2249 | 13,4371 | 22,56 | 94   | 5,18  | 38,55  | 1,16 | 2,29  | 20 |
| 2600 | 3,1447 | 12,0951 | 22,36 | 86   | 4,78  | 39,52  | 0,51 | 11,97 | 10 |
| 2800 | 3,5258 | 12,5920 | 24,64 | 88   | 4,96  | 39,39  | 1,57 | 11,43 | 10 |
| 3000 | 3,8982 | 12,9941 | 27,30 | 91   | 5,49  | 42,25  | 1,74 | 11,69 | 10 |
| 3500 | 4,4895 | 12,8271 | 31,50 | 90   | 6,03  | 47,01  | 1,91 | 11,26 | 10 |
| 4000 | 5,1042 | 12,7605 | 36,00 | 90   | 4,96  | 38,87  | 1,57 | 7,60  | 10 |

Área = área em m<sup>2</sup>; G/ua= área basal/unidade de amostra; G/ha = área basal por ha; N/n = n° de árvores por unidade de amostra; N/ha = n° de árvores por hectare; s= desvio padrão por ha; cv%= coeficiente de variação; sx= erro padrão; LE = Limite de erro admissível; UA = n° de unidades de amostra necessárias para estimar a população.

## ANEXO 10

## QUADRO 21 - RESULTADO DA ANÁLISE ESTATÍSTICA DAS REGRESSÕES

| Equação | Bloco | $R^2$     | F       | $S_{yx}\%$ |
|---------|-------|-----------|---------|------------|
| 1       | 1     | .91121931 | 149.820 | 11.4695 *  |
| 2       | 1     | .88241865 | 109.820 | 12.0637    |
| 3       | 1     | .90374849 | 137.150 | 12.8020    |
| 4       | 1     | .88241715 | 218.630 | 12.1853    |
| 5       | 1     | .90101257 | 264.970 | 13.6026    |
| 6       | 1     | .85006033 | 83.206  | 13.7055    |
| 7       | 1     | .69249217 | 66.307  | 23.4777    |
| 8       | 1     | .86284974 | 183.450 | 16.4111    |
| 1       | 2     | .96367721 | 385.700 | 6.7721     |
| 2       | 2     | .88458317 | 112.130 | 14.3242    |
| 3       | 2     | .96435875 | 393.330 | 7.3994     |
| 4       | 2     | .93837136 | 442.560 | 10.4672    |
| 5       | 2     | .96518239 | 804.910 | 6.7333 *   |
| 6       | 2     | .96887554 | 452.370 | 7.4385     |
| 7       | 2     | .81881267 | 132.060 | 22.3480    |
| 8       | 2     | .94805608 | 530.290 | 10.3385    |
| 1       | 3     | .93490504 | 209.250 | 5.8978     |
| 2       | 3     | .8838636  | 116.410 | 10.2115    |
| 3       | 3     | .93603834 | 213.200 | 5.8181     |
| 4       | 3     | .91964865 | 332.910 | 6.3178     |
| 5       | 3     | .93809955 | 440.490 | 5.7185 *   |
| 6       | 3     | .92886449 | 190.340 | 5.9444     |
| 7       | 3     | .81522089 | 126.940 | 9.9244     |
| 8       | 3     | .92749110 | 371.950 | 6.1792     |
| 1       | 4     | .88229323 | 109.690 | 4.9459     |
| 2       | 4     | .61245765 | 23.915  | 9.9725     |
| 3       | 4     | .83628909 | 75.071  | 6.1079     |
| 4       | 4     | .68767783 | 64.853  | 9.1004     |
| 5       | 4     | .72202159 | 76.325  | 8.5007     |
| 6       | 4     | .89997690 | 131.470 | 5.1500     |
| 7       | 4     | .88297073 | 219.800 | 4.9456 *   |
| 8       | 4     | .79323075 | 112.250 | 7.1233     |
| 1       | 5     | 0.9570912 | 324.430 | 6.5671     |
| 2       | 5     | .86505116 | 93.948  | 11.2044    |
| 3       | 5     | .95938540 | 343.510 | 6.5346     |
| 4       | 5     | .92480581 | 357.670 | 8.3636     |
| 5       | 5     | .96082231 | 712.220 | 6.3990     |
| 6       | 5     | .96041252 | 352.780 | 6.0685 *   |
| 7       | 5     | .84119214 | 154.610 | 12.5321    |
| 8       | 5     | .95075951 | 560.950 | 6.7140     |
| 1       | 6     | .91705230 | 161.310 | 7.3948     |
| 2       | 6     | .88795252 | 115.910 | 9.8748     |
| 3       | 6     | .92155328 | 171.340 | 4.5842 *   |
| 4       | 6     | .9025352  | 269.540 | 9.2098     |
| 5       | 6     | .91317041 | 305.990 | 7.4258     |
| 6       | 6     | .92253773 | 173.690 | 8.2105     |
| 7       | 6     | .82542641 | 138.120 | 13.6883    |
| 8       | 6     | .91677321 | 320.450 | 7.8686     |

## ANEXO 11

QUADRO 22 - PONTO DE ESTABILIZAÇÃO DA CURVA DE TENDÊNCIA  
PARA O BLOCO 1

| Area | Valor p Teste F | Valor p Teste t |
|------|-----------------|-----------------|
| 250  | 0.0072          | 0.6899          |
| 300  | 0.0028          | 0.9020          |
| 350  | 0.0005          | 0.7466          |
| 400  | 0.0045          | 0.9516          |
| 450  | 0.0018          | 0.8673          |
| 500  | 0.0134          | 0.7584          |
| 550  | 0.0011          | 0.5840          |
| 600  | 0.0045          | 0.8682          |
| 650  | 0.0220          | 0.8124          |
| 700  | 0.0295          | 0.9517          |
| 750  | 0.0490          | 0.9501          |
| 800  | 0.0200          | 0.9105          |
| 850  | 0.0137          | 0.7435          |
| 900  | 0.0211          | 0.7351          |
| 950  | 0.0701*         | 1.0000          |
| 1000 | 0.0728          | 0.8499          |
| 1100 | 0.1214          | 0.9184          |
| 1200 | 0.0877          | 0.8456          |
| 1300 | 0.0257          | 0.8071          |
| 1400 | 0.0285          | 0.7299          |
| 1600 | 0.1608          | 0.9139          |
| 1800 | 0.2479          | 0.6964          |
| 2000 | 0.3725          | 1.0000          |
| 2200 | 0.3931          | 0.8545          |
| 2400 | 0.4893          | 0.8978          |
| 2600 | 0.4879          | 0.8644          |
| 2800 | 0.4788          | 0.6898          |
| 3000 | 0.4792          | 0.6146          |
| 3500 | 0.4727          | 0.7314          |

## ANEXO 12

QUADRO 23 - PONTO DE ESTABILIZAÇÃO DA CURVA DE TENDÊNCIA  
PARA O BLOCO 2

| Área | Valor p Teste F | Valor p Teste t |
|------|-----------------|-----------------|
| 250  | 0.0000030       | 0.6289          |
| 300  | 0.0000130       | 0.8269          |
| 350  | 0.0000237       | 0.7101          |
| 400  | 0.0000336       | 0.9411          |
| 450  | 0.0000600       | 0.6022          |
| 500  | 0.0000997       | 0.6028          |
| 550  | 0.0001879       | 0.8229          |
| 600  | 0.0002111       | 0.7064          |
| 650  | 0.0002320       | 0.7207          |
| 700  | 0.0004445       | 0.8202          |
| 750  | 0.0004060       | 0.4098          |
| 800  | 0.0012746       | 0.9382          |
| 850  | 0.0037807       | 0.7985          |
| 900  | 0.0004692       | 0.7233          |
| 950  | 0.0048264       | 1.0000          |
| 1000 | 0.0057848       | 0.7442          |
| 1100 | 0.0092718       | 0.8648          |
| 1200 | 0.0155764       | 0.9290          |
| 1300 | 0.0065717       | 0.7676          |
| 1400 | 0.0084530       | 0.5966          |
| 1600 | 0.0110127       | 0.8596          |
| 1800 | 0.0744384 *     | 0.8756          |
| 2000 | 0.1049180       | 1.0000          |
| 2200 | 0.1324420       | 0.9321          |
| 2400 | 0.1001270       | 0.8702          |
| 2600 | 0.1214120       | 0.8794          |
| 2800 | 0.0509740       | 0.7361          |
| 3000 | 0.1301260       | 0.4966          |
| 3500 | 0.2616670       | 0.7350          |

## ANEXO 13

QUADRO 24 - PONTO DE ESTABILIZAÇÃO DA CURVA DE TENDÊNCIA  
PARA O BLOCO 3

| Área | Valor p Teste F | Valor p Teste t |
|------|-----------------|-----------------|
| 250  | 0.0063          | 0.6551          |
| 300  | 0.0056          | 0.7372          |
| 350  | 0.0100          | 0.8082          |
| 400  | 0.0312          | 0.9598          |
| 450  | 0.0668*         | 0.8823          |
| 500  | 0.0147          | 0.6761          |
| 550  | 0.0778          | 0.9701          |
| 600  | 0.0663          | 0.9418          |
| 650  | 0.0536          | 0.9163          |
| 700  | 0.0740          | 0.9413          |
| 750  | 0.1268          | 1.0000          |
| 800  | 0.0703          | 0.9425          |
| 850  | 0.0713          | 0.9136          |
| 900  | 0.1062          | 1.0000          |
| 950  | 0.0828          | 0.9710          |
| 1000 | 0.1072          | 1.0000          |
| 1100 | 0.0959          | 0.9112          |
| 1200 | 0.1571          | 0.8402          |
| 1300 | 0.1300          | 1.0000          |
| 1400 | 0.1735          | 0.9366          |
| 1600 | 0.3099          | 0.9632          |
| 1800 | 0.2618          | 0.8984          |
| 2000 | 0.3532          | 1.0000          |
| 2200 | 0.4388          | 0.8871          |
| 2400 | 0.4859          | 0.9613          |
| 2600 | 0.4519          | 0.8612          |
| 2800 | 0.4495          | 0.9332          |
| 3000 | 0.4910          | 0.8981          |
| 3500 | 0.4284          | 0.9669          |

## ANEXO 14

QUADRO 25 - PONTO DE ESTABILIZAÇÃO DA CURVA DE TENDÊNCIA  
PARA O BLOCO 4

| Área | Valor p Teste F | Valor p Teste t |
|------|-----------------|-----------------|
| 250  | 0.00146         | 0.5898          |
| 300  | 0.04684         | 0.7986          |
| 350  | 0.04070         | 0.5044          |
| 400  | 0.08733 *       | 0.6386          |
| 450  | 0.1161          | 0.7438          |
| 500  | 0.2330          | 0.4853          |
| 550  | 0.1356          | 0.8684          |
| 600  | 0.1929          | 0.8599          |
| 650  | 0.1703          | 0.6328          |
| 700  | 0.1733          | 0.8371          |
| 750  | 0.1519          | 0.6637          |
| 800  | 0.2576          | 0.6891          |
| 850  | 0.3070          | 0.7918          |
| 900  | 0.3054          | 0.6246          |
| 950  | 0.2381          | 0.8331          |
| 1000 | 0.3240          | 0.6278          |
| 1100 | 0.4585          | 0.8085          |
| 1200 | 0.3306          | 0.7930          |
| 1300 | 0.3342          | 0.7993          |
| 1400 | 0.4040          | 0.7912          |
| 1600 | 0.4448          | 0.8399          |
| 1800 | 0.2913          | 0.2639          |
| 2000 | 0.3541          | 1.0000          |
| 2200 | 0.4733          | 0.9379          |
| 2400 | 0.4435          | 0.8479          |
| 2600 | 0.3237          | 0.7022          |
| 2800 | 0.3971          | 0.7912          |
| 3000 | 0.3955          | 0.8947          |
| 3500 | .4964           | 0.9170          |



## ANEXO 15

QUADRO 26 - PONTO DE ESTABILIZAÇÃO DA CURVA DE TENDÊNCIA  
PARA O BLOCO 5

| Área | Valor p Teste F | Valor p Teste t |
|------|-----------------|-----------------|
| 250  | 0.0007          | 0.8857          |
| 300  | 0.0016          | 0.6630          |
| 350  | 0.0016          | 0.6700          |
| 400  | 0.0011          | 0.4991          |
| 450  | 0.0047          | 0.8285          |
| 500  | 0.0112          | 0.7671          |
| 550  | 0.0328          | 0.9388          |
| 600  | 0.0185          | 0.5542          |
| 650  | 0.0223          | 0.9424          |
| 700  | 0.0302          | 0.8249          |
| 750  | 0.0135          | 0.6256          |
| 800  | 0.0377          | 0.8298          |
| 850  | 0.0148          | 0.5055          |
| 900  | 0.0192          | 0.4969          |
| 950  | 0.0835*         | 0.6404          |
| 1000 | 0.0581          | 0.9117          |
| 1100 | 0.0816          | 0.9335          |
| 1200 | 0.0375          | 0.6859          |
| 1300 | 0.0922          | 0.8173          |
| 1400 | 0.1700          | 1.0000          |
| 1600 | 0.1204          | 0.7554          |
| 1800 | 0.2046          | 0.8448          |
| 2000 | 0.2003          | 0.9481          |
| 2200 | 0.2068          | 0.7938          |
| 2400 | 0.1802          | 0.7497          |
| 2600 | 0.3533          | 0.5671          |
| 2800 | 0.3106          | 0.5344          |
| 3000 | 0.3272          | 0.5309          |
| 3500 | 0.4891          | 0.7343          |

## ANEXO 16

QUADRO 27 - PONTO DE ESTABILIZAÇÃO DA CURVA DE TENDÊNCIA  
PARA O BLOCO 6

| Área | Valor p Teste F | Valor p Teste t |
|------|-----------------|-----------------|
| 250  | 0.0015          | 0.5959          |
| 300  | 0.0011          | 0.6164          |
| 350  | 0.0043          | 0.8846          |
| 400  | 0.0039          | 0.7416          |
| 450  | 0.0145          | 0.8817          |
| 500  | 0.0085          | 0.6398          |
| 550  | 0.0106          | 0.8183          |
| 600  | 0.0118          | 0.5179          |
| 650  | 0.0420          | 0.8843          |
| 700  | 0.0212          | 0.8530          |
| 750  | 0.0552*         | 0.7975          |
| 800  | 0.0670          | 0.8814          |
| 850  | 0.1267          | 0.9342          |
| 900  | 0.0618          | 0.9706          |
| 950  | 0.0471          | 0.9647          |
| 1000 | 0.0989          | 0.9070          |
| 1100 | 0.0926          | 0.8473          |
| 1200 | 0.1538          | 0.8343          |
| 1300 | 0.1326          | 0.7214          |
| 1400 | 0.1957          | 0.9662          |
| 1600 | 0.3796          | 0.7259          |
| 1800 | 0.1643          | 0.8382          |
| 2000 | 0.2484          | 0.9650          |
| 2200 | 0.4710          | 0.8412          |
| 2400 | 0.4684          | 0.7264          |
| 2600 | 0.4571          | 0.7854          |
| 2800 | 0.5000          | 0.9644          |
| 3000 | 0.3836          | 0.8989          |
| 3500 | 0.2849          | 0.9680          |

# ANEXO 17

## PROGRAMA SIMULADOR

```
' Tese Mara
' Simulador de Parcela
'
DEFSNG A-Z: DEFINT I-N
DECLARE SUB openfile (file$, nbr, ireg, ncmp, dcmp(), bfr$(), itot, somareg$,
op1)
'preparo do ambiente
ON ERROR GOTO trataerros
CLS
PRINT "Informacoes Basicas"
PRINT
  INPUT "Diretorio (\dir\ : ", drv$
  DO
    INPUT "Codigo da Simulacao (3 digitos) : ", CodS$
    LOOP UNTIL LEN(CodS$) = 3
    INPUT "Numero de Blocos a Trabalhar : ", NBloc
    INPUT "Numero do Bloco Inicial : "; Inibloc
    DO
      INPUT "Relatorio de (T)ela - (I)mpressora - (N)enhum : "; relat$
      relat$ = UCASE$(relat$)
      LOOP WHILE relat$ <> "T" AND relat$ <> "I" AND relat$ <> "N"
      IF relat$ = "I" THEN
        BEEP: PRINT "Ligue a Impressora"
        DO: LOOP WHILE INKEY$ = ""
        WIDTH LPRINT 200
        LPRINT CHR$(27); "0";
        LPRINT CHR$(27); "M"; CHR$(15);
      END IF
      INPUT "Largura do Bloco (X) : ", BlocLarg
      INPUT "Comprimento do Bloco (Y) : ", BlocComp
      INPUT "Comprimento da Unidade Amostral (m): ", UAComp
      INPUT "Largura da Unidade Amostral (m) : ", UALarg
      INPUT "Comprimento Unidade Regeneracao (m): ", ReComp
      INPUT "Largura Unidade Regeneracao (m) : ", ReLarg
      DO
        INPUT "Inventario (S)istemático ou (A)leatório "; invent$
        invent$ = UCASE$(invent$)
        LOOP WHILE invent$ <> "S" AND invent$ <> "A"
        IF invent$ = "S" THEN
          INPUT "Distancia Longitudinal Minima entre Parcelas (m) ", DLongMin
          INPUT "Distancia Lateral Minima entre Parcelas (m) ", DlatMin
          INPUT "Coordenada Inicial Minima no Eixo X : ", CIminx
          INPUT "Coordenada Inicial Minima no Eixo Y : ", CIminy
```

(continua)

ANEXO 17  
PROGRAMA SIMULADOR

(continuação)

```

ELSE
    INPUT "Numero de Unidades Aleatorias ", NUA
    REM $DYNAMIC
    REDIM UAC(NUA + 1, 2)
    • FOR i = 1 TO NUA)
    PRINT "Coordenada X e Y da Amostra "; i; " : ";
    INPUT UAC(i, 1), UAC(i, 2)
    NEXT i
    END IF
    CONTROLE = Inibloc
    DO WHILE CONTROLE <= NBloc + (Inibloc - 1)
        BLOC$ = LTRIM$(RTRIM$(STR$(CONTROLE)))
        IF CONTROLE < 10 THEN
            arq$ = CodS$ + "0" + BLOC$
        ELSE
            arq$ = CodS$ + BLOC$
        END IF
        'Definicao das Coordenadas Limites da Primeira Parcela
        IF invent$ = "S" THEN
            xesq = CImínX
            xdir = CImínX + UALarg
            yinf = CImínY
            ysup = CImínY + UAComp
        ELSE
            xesq = UAC(1, 1)
            xdir = UAC(1, 1) + UALarg
            yinf = UAC(1, 2)
            ysup = UAC(1, 2) + UAComp
        END IF
        NumUA = 1
        'MONTAGEM DAS UNIDADES AMOSTRAIS SEGUNDO AS
        COORDENADAS-----
        DO
            OPEN drv$ + "BLOC_" + BLOC$ + "E.TES" FOR INPUT AS #1
            OPEN drv$ + "BLOC_" + BLOC$ + "R.TES" FOR INPUT AS #2
            REM $DYNAMIC
            REDIM Campo(15), dad$(1500, 5)
            iarv = 0: mensage = 0: CLS
            DO WHILE NOT EOF(1)
                INPUT #1, Campo(1), Campo(2), Campo(3), Campo(4), Campo(5), Campo(6),
                Campo(7), Campo(8), Campo(9), Campo(10), Campo(11), Campo(12), Campo(13),
                Campo(14), Campo(15)
            
```

(continua)

ANEXO 17  
PROGRAMA SIMULADOR

(continuação)

```

coordX = Campo(14); coordY = Campo(15)
IF coordX >= xesq AND coordX < xdir AND coordY >= yinf AND coordY <
ysup THEN
IF relat$ = "N" THEN
LOCATE 4, 20: PRINT "Bloco  "; BLOC$
LOCATE 5, 20: PRINT "Amostra "; NumUA
ELSEIF relat$ = "T" THEN
IF mensagem = 0 THEN
CLS : PRINT "Bloco  "; BLOC$
PRINT "Amostra "; NumUA
PRINT xesq; " <= X < "; xdir, yinf; " <= Y < "; ysup
mensagem = 1
PRINT
PRINT "Arvore"; TAB(10); "CoorX"; TAB(20); "CoorY"; TAB(30); "Cod";
TAB(40); "CAP"; TAB(50); "AltCom"; TAB(60); "AltTot"
END IF
PRINT Campo(1); TAB(10); coordX; TAB(20); coordY; TAB(30); Campo(2);
TAB(40); Campo(3); TAB(50); Campo(5) * 10; TAB(60); Campo(6) * 10
ELSE
IF mensagem = 0 THEN
LPRINT "Bloco  "; BLOC$
LPRINT "Amostra "; NumUA
LPRINT xesq; " <= X < "; xdir, yinf; " <= Y < "; ysup
mensagem = 1
LPRINT
LPRINT "Arvore"; TAB(10); "CoorX"; TAB(20); "CoorY"; TAB(30); "Cod";
TAB(40); "CAP"; TAB(50); "AltCom"; TAB(60); "AltTot"
END IF
LPRINT Campo(1); TAB(10); coordX; TAB(20); coordY; TAB(30); Campo(2);
TAB(40); Campo(3); TAB(50); Campo(5) * 10; TAB(60); Campo(6) * 10
END IF
iarv = iarv + 1
dad$(iarv, 1) = LTRIM$(RTRIM$(STR$(Campo(2)))) 'codigo
dad$(iarv, 2) = LTRIM$(RTRIM$(STR$(Campo(3)))) 'cap
dad$(iarv, 3) = LTRIM$(RTRIM$(STR$(CINT(Campo(5) * 10)))) 'alt.com
dad$(iarv, 4) = LTRIM$(RTRIM$(STR$(CINT(Campo(6) * 10)))) 'alt.tot
dad$(iarv, 5) = LTRIM$(RTRIM$(STR$(Campo(13)))) 'qualidade do fuste
END IF
IF (coordX >= xdir AND coordY >= ysup) OR EOF(1) THEN
IF EOF(1) THEN
iarv = iarv + 1
dad$(iarv, 1) = "1"
dad$(iarv, 2) = "0"

```

(continua)

ANEXO 17  
PROGRAMA SIMULADOR

(continuação)

```

    dad$(iarv, 3) = "0"
    dad$(iarv, 4) = "0"
    dad$(iarv, 5) = "0"
    DO WHILE NOT EOF(2)
        INPUT #2, Campo(1), Campo(2), Campo(3), Campo(4), Campo(5), Campo(6)
        coordX = Campo(4): coordY = Campo(5)
        IF coordX >= xesq AND coordX < (xesq + ReLarg) AND coordY >= yinf AND
        coordY < (yinf + ReComp) THEN
            IF relat$ = "T" THEN
                IF mensage = 1 THEN
                    CLS
                    PRINT "Regeneracao :."
                    PRINT xesq; " <= X < "; xesq + ReLarg, yinf; " <= Y < ", yinf + ReComp
                    mensage = 0
                    PRINT
                    PRINT "Arvore"; TAB(10); "CoorX"; TAB(20); "CoorY"; TAB(30); "Cod";
                    TAB(40); "CAP"; TAB(50); "Tamanho"
                    END IF
                    PRINT Campo(1); TAB(10); coordX; TAB(20); coordY; TAB(30); Campo(2);
                    TAB(40); Campo(6); TAB(50); Campo(3)
                ELSEIF relat$ = "I" THEN
                    IF mensage = 1 THEN
                        LPRINT "Regeneracao :."
                        LPRINT xesq; " <= X < "; xesq + ReLarg, yinf; " <= Y < ", yinf + ReComp
                        mensage = 0
                        LPRINT
                        LPRINT "Arvore"; TAB(10); "CoorX"; TAB(20); "CoorY"; TAB(30); "Cod";
                        TAB(40); "CAP"; TAB(50); "Tamanho"
                        END IF
                        LPRINT Campo(1); TAB(10); coordX; TAB(20); coordY; TAB(30); Campo(2);
                        TAB(40); Campo(6); TAB(50); Campo(3)
                    END IF
                    iarv = iarv + 1
                    dad$(iarv, 1) = LTRIM$(RTRIM$(STR$(Campo(2)))) 'cod
                    dad$(iarv, 2) = LTRIM$(RTRIM$(STR$(Campo(6)))) 'cap
                    dad$(iarv, 3) = ""
                    dad$(iarv, 4) = LTRIM$(RTRIM$(STR$(Campo(3)))) 'categoria tamanho
                    dad$(iarv, 5) = ""
                END IF
            'IF (coordX > xdir AND coordY > ysup) THEN
            ' CLOSE #2
            ' EXIT DO
        'END IF
    
```

(continua)

ANEXO 17  
PROGRAMA SIMULADOR

(continuação)

```

    LOOP
    CLOSE
    EXIT DO
END IF
    LOOP
    IF relat$ = "I" THEN LPRINT CHR$(12)
    CLOSE
' Gravacao da Unidade Amostral Montada-----
RESTORE 8500
nbr = 3
ireg = 0
READ ncmp
REM $DYNAMIC
REDIM dcmp(ncmp), bfr$(ncmp)
FOR i = 1 TO ncmp
    READ dcmp(i)
    ireg = ireg + dcmp(i)
NEXT i
nparc$ = LTRIM$(STR$(NumUA))
nparc = VAL(nparc$)
'IF nparc = 0 THEN GOTO menu0102b:
' entrada dos dados
file$ = drv$ + arq$ + nparc$ + ".dua"
CALL openfile(file$, nbr, ireg, ncmp, dcmp(), bfr$(), itot, somareg$, opl)
    FOR i = 1 TO iarv
FOR j = 1 TO ncmp
    LSET bfr$(j) = dad$(i, j)
NEXT j
itot = itot + 1
PUT nbr, itot
    NEXT i
'END IF
CLOSE nbr
NumUA = NumUA + 1
' Calcula das Novas Coordenadas Estabelecidas-----
IF invent$ = "S" THEN
    xesq = xesq
    xdir = xdir
    yinf = ysup + DLongMin
    ysup = yinf + UAComp
    IF ysup > BlocComp THEN
xesq = xdir + DlatMin
xdir = xesq + UALarg

```

(continua)

ANEXO 17  
PROGRAMA SIMULADOR

(continuação)

```

IF xdir > BlocLarg THEN
  CLOSE
  EXIT DO 'fim do trabalho
END IF
yinf = CIminY
ysup = CIminY + UAComp
END IF
ELSE
  IF NumUA > NUA THEN EXIT DO
xesq = UAC(NumUA, 1)
  xdir = UAC(NumUA, 1) + UALarg
  yinf = UAC(NumUA, 2)
  ysup = UAC(NumUA, 2) + UAComp
END IF
LOOP
CONTROLE = CONTROLE + 1
LOOP
END
trataerros:
SELECT CASE ERR
  CASE 9
    LOCATE 22, 5, 0: PRINT "Codigo da Especie Fora de Padrao :"
    DO WHILE INKEY$ = "": LOOP
    END
  CASE 53
    IF op1 = 1 OR op1 = 0 THEN
    RESUME NEXT
    ELSEIF (op1 = 2 OR op1 = 3) AND bobo = 1 THEN
    RESUME NEXT
    ELSE
    LOCATE 22, 4, 0: PRINT " Arquivo : "; nomeproj$(1); " nao foi encontrado"
    DO WHILE INKEY$ = "": LOOP
    END)
    END IF
  CASE 58
    IF op1 = 2 OR op1 = 3 OR (op1 = 1 AND op2 = 2) THEN
    RESUME NEXT
    ELSE
    LOCATE 22, 4, 0: PRINT " Arquivo : "; file$, " ja existe - C(ontinua) ou
    A(bandona)"
    esp$ = ""
    DO WHILE esp$ = ""
      esp$ = UCASE$(INKEY$)

```

(continua)



## ANEXO 17

## PROGRAMA SIMULADOR

(conclusão)

```

IF esp$ <> "C" AND esp$ <> "A" THEN esp$ = ""
LOOP
IF esp$ = "C" THEN
  KILL file$
  RESUME NEXT
ELSE
  END
END IF
END IF
CASE 71
  LOCATE 22, 5, 0: PRINT " Porta do Drive Aberta : "
RESUME NEXT
CASE 25
  LOCATE 22, 5, 0: PRINT " Ligue a Impressora : "
  DO WHILE INKEY$ = "": LOOP
  RESUME NEXT
CASE 52, 76
  LOCATE 22, 5, 0: PRINT " Defina o Codigo do Projeto - Opcao 1 do Menu "
  DO WHILE INKEY$ = "": LOOP
  END
CASE ELSE
  LOCATE 22, 5, 0: PRINT " Erro Tipo"; ERR
  DO WHILE INKEY$ = "": LOOP
  END
END SELECT
' arquivo de tratamento de dados
8500 DATA 5,3,3,3,3,3

REM $STATIC
SUB openfile (file$, nbr, ireg, ncmp, dcmp(), bfr$(), itot, somareg$, op1) STATIC
1000 : NAME file$ AS file$
1010 :
  OPEN file$ FOR RANDOM ACCESS READ WRITE AS nbr LEN = ireg
  izero = 0
  FOR i = 1 TO ncmp
    FIELD nbr, izero AS offset$, dcmp(i) AS bfr$(i)
    izero = izero + dcmp(i)
  NEXT i
  FIELD nbr, ireg AS somareg$
  itot = LOF(nbr) / ireg
END SUB

```

ANEXO 18  
 PROGRAMA DE ANÁLISE ESTATÍSTICA PARA DETERMINAÇÃO DO  
 VALOR P PARA O TESTE *T* E TESTE *F*

```

MULT K1 K1 K1
MULT K2 K2 K2
DIVI K1 K2 K3
DIVI K2 K1 K4
SUBT 1 K8 K18
SUBT 1 K9 K19
CDF K3 K5;
F K18 K19.
SUBT K5 1 K6
PRINT K6
CDF K4 K5;
F K19 K18.
SUBT K5 1 K6
PRINT K6
LET K50=(K10-K20)/SQRT((K1/K8)+(K2/K9))
LET K11=(K1+K2)*(K1+K2)/((K1*K1/K18)+(K2*K2/K19))
PRINT K50
CDF K50 K60;
T K11.
MULT 2 K60 K61
PRINT K61
SUBT K60 1 K60
MULT 2 K60 K62
PRINT K62
LET K11=(K18*K1+K19*K2)/(K18+K19)
LET K50=(K10-K20)/(SQRT(K11)*SQRT((1/K8)+(1/K9)))
PRINT K50
CDF K50 K51;
T K11.
MULT 2 K51 K52
PRINT K52
SUBT K51 1 K51
MULT 2 K51 K52
PRINT K52
END

```

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 ABRACAVE - Associação Brasileira de Carvão Vegetal. **Anuário estatístico**. 1993.
- 2 AVERY, T. E.; BURKHART H. E. **Forest measurements**. New York : Mc-Graw Hill, 1994.
- 3 BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto Radam: **Levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro, 1973. v.2.
- 4 BRASIL. Ministério das Minas e Energias. **Balanço energético**. Brasília, 1995. (Documento interno)
- 5 BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia. **Progressos do Brasil em relação ao manejo, à conservação e ao desenvolvimento sustentável de suas florestas**. Brasília, 1994. (Documento Interno).
- 6 COCHRAN, W. G. **Sampling techniques**. 3rd. ed. New York : J. Wiley, 1977. 428 p.
- 7 COLLARES, J. E. R. **Avaliação de dois métodos de amostragem numa floresta tropical do Maranhão e influência dos processos de mapeamento e determinação de áreas**. Curitiba . 1979. Dissertação. (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- 8 COSTA NETO, P. L. O. **Estatística**. São Paulo: E. Blücher, 1977.
- 9 EMBRAPA. **Levantamento de solos realizado para a Companhia Siderúrgica Vale do Pindaré**. São Luiz, 1989. (Documento Interno).
- 10 FAO. **Manual de inventário forestal con especial referência a los bosques mistos tropicales**. Roma, 1974. 195 p.
- 11 FREESE, F. **Metodos estadisticos elementales para tecnicos forestales** México : Departamento de Agricultura de los E U. A., 1962. p. 102. (Manual de Agricultura, n. 317).

- 12 HIGUCHI, N. Manejo florestal em regime de rendimento sustentado de florestas tropicais úmidas. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE COMPENSADOS DE MADEIRA TROPICAL. (1: 1992 : [Manaus]). **Anais**. 1992. P-49-61.
- 13 HIGUCHI, N. *et al.* **Sistema S.E.L. (Seleção de Espécies Listadas) para manejar a floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia**. Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia - fatos e perspectivas. [Manaus] : A. L. Val; R. Figliuolo; E. Feldberg. 1991. v.1, p. 197-206.
- 14 HIGUCHI, N. Amostragem sistemática versus amostragem aleatória em floresta tropical úmida de terra-firme na Região de Manaus. **Acta Amazônica**, Manaus, n.16/17, p.393-400, 1986/87.
- 15 HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration**. 2nd. ed. New York : The Ronald Press, 1972. 410 p.
- 16 HUSCH, B.; MILLER, C. I.; BEERS, T. W. **Forest mensuration** . 3rd. ed. New York : The Ronald Press, 1982.
- 17 KULOW, D. L. Comparison of forest sampling designs. **Journal of Forestry**, Whashington, v.64, n.7, p. 469-74, 1966.
- 18 JOHNSON, F. A.; HIXON, H. J. The most efficient size and shape of plot to use for cruising in old-growth Douglas-Fir timber . **Journal of Forestry**,. Whashington . n. 50, p. 17-20, 1952.
- 19 LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos**. Eschborn : GTZ, 1990. 343 p.
- 20 MALLEUX, J. **Inventarios forestales en bosques tropicales**. Lima: 1982. 414 p.
- 21 PÉLLICO, S. **Inventário florestal I** . Curitiba: Centro Acadêmico de Engenharia Florestal. UFPR, 1980. 110 f. (Apostila).
- 22 PÉLLICO, S. ; BRENA, D. A. **Inventário florestal**. Curitiba : Universidade Federal do Paraná : Universidade Federal de Santa Maria, 1993.

- 23 SILVA, J.N.M. **Eficiência de diversos tamanhos e formas de unidades de amostra aplicadas em inventário florestal na região do Baixo Tapajós.** Curitiba, 1980. 83f. Dissertação ( Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- 24 SILVA, L.B.X. **Tamanhos e formas de unidades de amostra em amostragem aleatória e sistemática para florestas plantadas de *Eucalyptus alba* Rewien.** Curitiba, 1977. 141 f. Dissertação. (Mestrado em Ciências Florestais) . Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná.
- 25 SINGH, K. D. Reconocimientos forestales: patrones de variación espacial en la selva tropical. **Unasyuva**, Roma, v. 26, n.106, p. 18-23, 1974.
- 26 SIQUEIRA, J.D.P.; SOUZA, M.F.R. **Os sistemas de manejo florestal para a Amazônia.** In: (CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO) (6.: 1990: Campos do Jordão). **Anais.** Sociedade Brasileira de Silvicultura : Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais. São Paulo, 1990.
- 27 SMITH, H. F. Na empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. **Journal of Agricultural Science**, London, v.28, part. 2, 1938.
- 28 SPIECKER, H. **Métodos da pesquisa operacional com aplicação em manejo florestal .** Curitiba, 1975. (Apostila).
- 29 SPURR, S. H. **Forest inventory.** New York : Ronad Press, 1952.
- 30 TELLO,J. C. R. **Eficiência e custos de diferentes formas e tamanhos de unidades de amostra em floresta nativa de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze no sul do Brasil.** Curitiba, 1980. 144f. Dissertação. (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. .
- 31 THIBAU, C. E. **Apoio à organização da produção e comercialização de carvão vegetal para siderurgia.** I Ciclo de Palestras - Programa Grande Carajás - Carvão Vegetal. Brasília. 1986.
- 32 ZEIDE, B. Plot size optimization. **Forest Science**, Washington, v.26, p. 251-57, 1980.